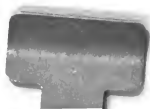


BIBL. NAZIONALE
CENTRALE-FIRENZE

945

11





945

12

11

BREVI RISPOSTE

AL

QUESITI DI FISICA

SECONDO IL SOLO PROGRAMMA LICEALE IN VIGORE

E DA CHI

OGNI ANNO VENGONO ESAMINATE LE TESI DI ESAME

PER

F. D. G.

Giustiziere ultimo del Ministero della Pubblica Istruzione.

Prima Edizione 1870

Questa opera, che ha per oggetto il corso di fisica, è stata pubblicata a Napoli, presso la tipografia di F. D. G. e si vende in ogni libreria. Il prezzo è di lire 1.00. La seconda edizione, che ha per oggetto il corso di matematica, è stata pubblicata a Napoli, presso la tipografia di F. D. G. e si vende in ogni libreria. Il prezzo è di lire 1.00. La terza edizione, che ha per oggetto il corso di chimica, è stata pubblicata a Napoli, presso la tipografia di F. D. G. e si vende in ogni libreria. Il prezzo è di lire 1.00.

Ai Principi e Principesse
della Casa di Borbone

Per Napoli — Cantoni.



NAPOLI

ROMA: STABILIMENTO DI EDIZIONE DI ARDITI

Via Pelliccioli 4 p. p. e P. n. ind. 11.

1870



BREVI RISPOSTE

AI

QUESITI DI FISICA

SECONDO IL SOLO PROGRAMMA LICEALE IN VIGORE

E DA CUI

OGNI ANNO VENGONO ESTRATTE LE TESI DI ESAME

PER

F. D. G.

Circolare ultima del Ministero della Pubblica Istruzione.

Firenze 25 Maggio 1870

Da qualche tempo e da molte parti si fanno interpellanze a questo Ministero circa le tesi per i prossimi esami di licenza liceale. Queste tesi verranno preparate e rese di pubblica ragione a tempo opportuno; intanto però acciocché i giovani possano attendere tranquillamente ai loro studi la S. V. Illua. è autorizzata a dichiarare che qualunque sia il modo con cui la Giunta Superiore per gli esami crederà di compilarle, esse saranno in piena corrispondenza coi programmi approvati col R. Decreto 10 ottobre 1867 attualmente in vigore per l'insegnamento.

Pel Ministro — **Cantoni.**

*As. Prefetti presidenti
Dei Consigli scolastici*

**NAPOLI**

GRANDE STABIL. TIPOGRAFICO DEI FRATELLI DE ANGELI S

Vico Pellegrini 4 p. p., e Portamedina 44.

1870

BREVI RISPOSTE AI QUESITI DI FISICA

SECONDO I SOLI PROGRAMMI GOVERNATIVI IN VIGORE

(10 Ottobre 1867)

GENERALITÀ

Definizione della fisica — Sua divisione — Suo metodo — Corpo (1) — Proprietà generali dei corpi — Loro diversi stati fisici — Forze della natura.

1. **Definizione della fisica** — La fisica dal greco *φύσις* (natura) era da principio la scienza di tutta quanta la natura, ma poscia, perchè lungamente esteso, ripartito in varii rami tutto lo scibile fisico o naturale, lasciò il nome di fisica propriamente detta alla filosofia di tutte le altre, a *quella scienza cioè che studia le forze primigenie della natura inorganica, senza nominamente alterare la intima composizione dei corpi*, per distinguerla dalla Chimica che *studia i fenomeni che più o meno cambiano la natura dei corpi stessi*,

2. **Sua divisione** — Rigettata, come oziosa, la vecchia distinzione della fisica in generale e particolare, oggi essa va divisa in trattati, per quante sono le forze che prende in disamina; ond'è che il fisico deve osservare ed ordinare per generi i fenomeni (fatti della natura) e rapportarli sotto un altro fatto che li governa, il perchè appunto si dice legge. Le leggi intanto che

(1) Si noti che queste quattro domande non sono nel *Programma*, il quale principia solo con *Proprietà generali dei corpi*; ma noi le abbiamo messe per una qualche regolarità di principio.

governano i fatti forse un dì saran meglio ridotte fra di loro , ed in allora la scienza acquisterà più di unità.

3. **Suo metodo** — Il metodo della moderna fisica non è nè lo ipotetico speculativo degli antichi , nè lo empirico induttivo del filosofo da Verulamio ; sibiene quello introdotto dal Galilei che fu detto ipotetico sperimentativo , ed in cui saggiamente la ragione va sempre di accordo con la esperienza.

4. **Corpo** — Il Corpo è l' aggregato di molecole disposte a seconda di certe leggi , o meglio più semplice , è tutto ciò fa impressione sui nostri sensi.

5. **Proprietà generali dei corpi**, — Le proprietà generali dei corpi sono : la divisibilità — la porosità — l'incompenetrabilità — la elasticità — la compressibilità — la dilatabilità — e la inerzia.

La divisibilità è quella proprietà dei corpi di potersi dividere e suddividere in molte parti fino ad un limite , che è l' atomo , la cui esistenza ed indivisibilità è una ipotesi necessaria nella scienza.

La porosità consiste nel complesso di quegli spazietti non occupati dalla materia che sono sempre in ogni corpo : ond' è , che , considerando questi vuoti , noi diremo massa l' aggregato di atomi senza interstizii , volume il complesso degli atomi stessi con però tutti gl' interstizii , e densità la ragione tra la massa ed il volume.

La incompenetrabilità è la impossibilità di coesistenza di due corpi ad un tempo nello stesso spazio.

La elasticità è quel comprimersi dei corpi sotto una forza , e poi ripristinarsi , questa cessata.

La compressibilità è lo scemare di mole che fa ogni corpo sotto una pressione.

La dilatabilità è lo estendersi ed il restringersi dei corpi sotto l' azione del caldo e del freddo.

La inerzia poi è quella indifferenza dei corpi di persistere ciecamente e fatalmente nello stato di moto o quiete in cui si trovano , finchè una forza non vi si opponga. (1)

(1) Si noti che quest' ultima proprietà è stabilita indipendentemente dalle disparate teoriche della dottrina dinamica o di Leibnitz , e dell' altra meccanica o Cartesiana , di cui la prima vorrebbe sempre veder la forza dov' è la materia e viceversa , mentre l' altra , considerando la materia in uno stato d' inetta passività , fa sempre la forza ordinata ad impetuoso imperio su di

6. **Loro diversi stati fisici.** — Tre sono i diversi stati fisici dei corpi; stato solido cioè, stato liquido e stato gassoso od aeriforme. Alcuni han risposto la determinazione di ciascuno stato nel grado diverso d'intensità della così detta forza di coesione (1): del resto essi stati son troppo distinti per potersi confondere, e noi in prosiegua ne faremo oggetti di tre diversi trattati.

7. **Forze della natura.** — Ogni fenomeno naturale o cangiamento nello stato di un corpo, con o senza alterazione della sua chimica costituzione con manifestazione di organizzazione o senza, ammette sempre un agente o forza da cui derivi, come l'effetto dalla sua causa. Gli agenti o forze da cui derivano i fenomeni naturali diconsi appunto *agenti o forze della natura*. Esso, secondo alcuni fisici, si distinguono in *fisiche, chimiche, e vitali*.

1. *Forze fisiche*

Attrazione universale, regolatrice dei moti celesti, e cagione del peso e della caduta dei gravi.

Attrazione molecolare o coesione, esistente tra le molecole omogenee a minime distanze.

Influsso dei dinamidi, luce, calorico, magnetismo ed elettricità, ritenuti oggi dalla scienza piuttosto come sostanze sottili, impalpabili, diffuse in tutto l'universo ed i cui effetti risultino da moti impressi alle loro masse, anzi che come proprietà inerenti alla materia, e più risultanti forse da un'unica sostanza variamente modificata.

2. *Forze chimiche*

Affinità, onde le combinazioni d'atomi eterogenei nella formazione dei corpi composti, onde le loro reazioni e scomposizioni.

3. *Forze vitali*

Vita, da cui i fenomeni e sviluppi degli esseri organizzati.

Dal poco accennato fin qui delle forze della natura s'intende che un pomo cadrebbe per forza fisica, cioè per l'*attrazione* — il succo di esso si comporrebbe e decomporrebbe per *affinità* — ed il frutto stesso sarebbe prodotto e si svilupperebbe per *forza vitale*.

essa. — Si ritenga intanto che in natura non si dà mai quiete assoluta, e che la quiete relativa non risulta che dal conflitto delle forze, le quali perchè uguali e contrarie si stabiliscono lo equilibrio.

(1) La forza di coesione è quella forza che tiene unite le molecole dei corpi.

MECCANICA

Composizione di un numero qualunque di forze applicate allo stesso punto — Composizione di un sistema di forze parallele — Momento di una forza rispetto ad un punto — Centro di gravità di una linea - di una superficie - di un corpo — Determinare il centro di gravità in alcuni casi semplici — Macchine semplici - equilibrio nella leva - bilancia - equilibrio nella pulleggia fissa e mobile - nell'asse della ruota - sul piano inclinato nella vite — Censo sulle macchine composte - sistemi di leve - di pulleggie - di ruote dentate — Definizione del lavoro - lavoro motore - lavoro resistente - unità di misura — Movimento uniforme e vario - caduta dei gravi — Pendolo - sue leggi dimostrate sperimentalmente - applicazione del pendolo alla misura del tempo e della gravità — Forza centrifuga.

8. Composizione di un numero qualunque di forze applicate ad uno stesso punto. — La composizione delle forze (1) si ha sostituendo una forza sola alle molte con lo stesso effetto — le più forze si dicono componenti, l'una, risultante. Ora più forze componenti applicate ad uno stesso punto, o possono operare per lo stesso verso, ed allora (è chiaro) la risultante sarà la somma delle componenti; o per versi contrarii, ed allora sarà eguale alla differenza: o ad angolo finalmente, ed allora sarà la diagonale del parallelogramma delle forze (2).

9. Composizione di un sistema di forze parallele. — Nella composizione di un sistema di forze parallele le forze sono applicate in diversi punti: esse intanto ammettono due casi; o operano tutte per lo stesso verso, ed allora la risultante è parallela ed eguale alla somma delle componenti, passando in un punto che divide la distanza tra le forze in ragion reciproca di esse: o operano in contrario senso, ed allora la risultante è ugua-

(1) Si anteponga che la forza è ciò che genera o tende a generare il moto.

(2) Il parallelogramma delle forze si forma aggiungendo due corrispondenti lati paralleli ai due lati esistenti delle componenti ad angolo.

le alla differenza delle componenti a direzione della maggiore di esse, e presa sul prolungamento della linea che va ad unire i punti di applicazione delle componenti, in modo che la linea che unisce il punto di applicazione della componente minore al punto di applicazione della risultante, stia alla linea che unisce il punto di applicazione della componente maggiore al punto di applicazione della stessa risultante, come l'una componente sta all'altra.

10. Momenti di una forza rispetto ad un punto. — Dicesi momento di una forza rispetto ad un punto, o momento di rotazione, l'efficacia di una forza nel generare moto rotatorio. Questo momento di rotazione va misurato moltiplicando la forza per la distanza di sua direzione dal centro onde la rotazione si esegue, e che dicesi centro dei momenti.

Si noti che allora che più forze formano un sol sistema, la meccanica insegna essere il momento della risultante eguale alla somma o alla differenza delle componenti, a seconda queste tendano a girare il sistema per lo stesso verso, o per contrarii.

11. Gravità. — La gravità è quella forza che fa cadere i corpi

« al punto al qual si traggono d'ogni parte i pesi ».

La direzione della gravità, espressa dal filo a piombo, è sempre perpendicolare alla superficie delle acque stagnanti. Si noti che le verticali di più fili a piombo non son mai parallele, ma sempre accennanti a divergenza, come quelle che convenir debbono tutte ad un punto ch'è il centro della terra, centro di gravitazione. Fu questo ben dimostro dagli astronomi, che, posti l'uno dall'altro lontani sotto uno stesso meridiano ad osservare un astro istesso, ebbero sempre disuguali gli angoli che le visuali andavano a formare con le verticali del luogo in cui si trovavano, quando eguali avrebbero dovuti essere, se stante il parallelismo delle visuali, parallele pure fossero le direzioni verticali di gravità.

12. Centro di gravità di una linea - di una superficie - di un corpo. — Primieramente intendesi per centro di gravità, o come si dice centro delle forze parallele, quel punto propriamente per cui sempre passa la risultante del sistema di forze eguali e parallele che si considera in ogni grave cadente, per l'azione eguale della gravità su tutte le sue molecole. — Ora il centro di gravità della linea, questa considerando come composta di punti materiali, si trova nel giusto suo mezzo. — Il centro poi di gravità

delle superficie (1) va trovato geometricamente; così nei triangoli lo troviamo nella linea che da un angolo va alla metà della base, due terzi però sotto al vertice; così nei parallelogrammi, nella intersezione delle due diagonali; così nel cono, nell'asse per $\frac{3}{4}$ di sotto al vertice — e via di prosieguo per ogni altro esempio. Il centro di gravità finalmente nei corpi vien trovato con modi matematici - in certi casi poi va pure trovato sperimentalmente, sospendendo cioè il corpo per un filo dall'un dei capi che si voglia e poi dall'altro, ed il centro allora di gravità si avrà nella intersezione dei due fili.

13. Determinare il centro di gravità in alcuni casi semplici. — Il centro di gravità delle superficie e dei corpi si trova come si è detto, matematicamente, pure esso in parecchi casi può essere determinato immediatamente: così il centro di gravità di un circolo e d'una sfera è lo stesso centro di figura; quello di un cilindro, il punto di mezzo dell'asse ec. Questi casi di determinazione del centro di gravità diconsi semplici, perchè basta aver la semplice conoscenza del centro di figura per determinare l'altro in modo diretto ed immediato.

14. Macchina. — La macchina è quello strumento per il cui mezzo l'azione di una forza, che va detta potenza, si comunica o dirige contro di un'altra detta resistenza, vuoi a produrne lo equilibrio, vuoi ad averne con il moto ciò che si suol dire lavoro meccanico.

15. Macchine semplici - equilibrio nella leva - bilancia - nella pulleggia fissa e mobile - nell'asse della ruota - sul piano inclinato - nella vite - nel cuneo. — La macchina si dice semplice quando va sola in azione e non può scomporsi in altre macchine. Le macchine semplici sono: la leva, la carrucola o pulleggia, l'asse nella ruota, il piano inclinato, la vite, il cuneo.

La leva è una verga rigida mobile intorno ad un centro (fulcro, ippomoclio o punto di appoggio) alla quale vanno applicate la potenza e la resistenza, due forze tendenti per lo verso contrario a generare moto di rotazione. — La leva è di tre generi, secondochè si trova nel mezzo o l'ippomoclio, come nelle forbici, nelle tanaglie, nelle bilance ecc., o la resistenza, come nelle

(1) Anche questa però si deve considerare come composta di punti materiali.

valvole di sicurezza delle caldaie a vapore, nei remi dei naviganti ecc., o la potenza, come nella calcola dei telai, nell'asta dell'arrotino, nelle ossa delle braccia e delle gambe ecc. Di qual genere però ossa si sia, ha sempre per condizione di equilibrio che il momento di rotazione della potenza dev'essere uguale a quello della resistenza, ossia la potenza deve stare alla resistenza nella ragion reciproca dei bracci di leva.

La bilancia è una leva di primo genere: in generale essa va composta di un'asta girevole nel giusto mezzo di un asse, ai di cui estremi pendono due coppe o gusci. A fare poi che l'asse possa rotare in piano verticale, è fatto a prisma triangolare di acciaio ben temperato, che dicesi di comune coltello, con uno degli spigoli però rivolto in sotto, e poggiando sopra due piani di pietra dura, sebbene, perchè non si lasci continuamente in tal posizione, sia sostenuto da una forchetta, che si alza e si abbassa, con il muovere di un manubrio. Si badi però che la bilancia stia nel giusto suo equilibrio stabile (1), onde compier bene le vibrazioni, perchè trovandosi in equilibrio instabile, avremo in essa la bilancia pazza, o se in equilibrio indifferente, l'avremo sorda; siavi sempre perciò un meccanismo che ci avverta se il giogo si mantenga o no orizzontale. — Soddisfi in ultimo una buona bilancia alle condizioni seguenti: 1° il giogo si tenga orizzontale o nello equilibrio perfetto quando i piatti sono scarichi, o anche pure senza di essi medesimi. — 2° Se il giogo con eguali pesi a caso s'inclini, nè così rimanga, nè trabocchi, ma si ripristini nel suo stato.

La pulleggia, da altri carrucola, è un cilindro di assai piccola altezza, mobile intorno ad un'asta, e con una scanalatura nella sua superficie convessa, onde passa una fune, tirata la quale, esso cilindro ruota intorno del suo asse. — La pulleggia va adoperata o con il centro fisso, o trasferentesi insieme con la potenza, onde la pulleggia fissa o mobile. Per avere l'equilibrio nella pulleggia fissa, la potenza dev'essere uguale alla resistenza — per averlo poi nella pulleggia mobile la potenza starà alla resistenza come

(1) L'equilibrio è l'opporre di una forza a seconda della linea di direzione per impedire la caduta di un corpo: esso equilibrio dicesi indifferente, se la forza va applicata precisamente nel centro di gravità del corpo, dicesi poi stabile od instabile a seconda che la forza stessa si applica o verticalmente di sopra o verticalmente di sotto.

il raggio della carrucola sta alla corda tirata nei due punti di allontanamento delle funi dalla scanalatura della carrucola stessa.

L'asse nella ruota è una ruota ed un cilindro insieme congiunti e mobili con un asse comune. Per aversi in questa macchina semplice lo equilibrio, la potenza deve stare alla resistenza come il raggio della ruota a quello del cilindro.

Il piano inclinato è quel piano che con l'orizzonte forma angolo acuto. La sua legge di equilibrio sarà, che la potenza dovrà stare alla resistenza, come l'altezza del piano alla sua lunghezza.

La vite, che sviluppata darebbe il piano inclinato, e che è formata di tanti cerchi con il loro passaggio ad inclinazione, avrà l'equilibrio quando la potenza starà alla resistenza, come il passo della vite alla circonferenza descritta dalla potenza stessa.

Il cuneo, è una macchina semplice triangolare che serve a rompere la coesione dei corpi: — nel cuneo la potenza starà alla resistenza, come la base del triangolo che ne rappresenta la sezione sta all'altezza sua.

16. Cenno sulle macchine composte - sistemi di leve - di pulleggie - di ruote dentate. — La macchina si dice composta quando è formata di più macchine semplici: così con la leva, abbiamo i sistemi di leve, che sono più leve in azione, ed in cui la legge di equilibrio, applicabile a ciascuna leva, è precisamente quella stabilita per questa macchina semplice: — così pure abbiamo con la pulleggia, i sistemi di pullegge, ossia più pullegge in azione, da cui nasce il polispasto e la taglia (1): — e così ancora con l'asse nella ruota, abbiamo i sistemi di ruote dentate, ossia più assi nelle ruote con funi perpetue e ruote dentate.

17. Definizione del lavoro - lavoro motore - lavoro resistente - unità di misura — L'azione del vincere in un certo tempo delle resistenze ognora nascenti in questo tempo dicesi lavoro: così il limare, il segare, il trascinare è lavoro — *Il lavoro meccanico* è l'effetto dell'azione di una forza sopra una re-

(1) Il polispasto con funi parallele e pulleggie eguali e mobili, con una fissa, detta di rimando, che lascia inalterata la ragione tra la potenza e la resistenza, avrà l'equilibrio quando la potenza stia alla resistenza, come l'uno sta al numero delle carrucole mobili elevate a quadrato. — La taglia poi con funi parallele anch'essa, e con pulleggie fisse miste a mobili in linea verticale, ha il suo equilibrio quando la potenza sta alla resistenza, come l'uno al numero dei capi di fune.

sistenza che le è direttamente opposta, e che vien da essa continuamente distrutta e vinta, facendo camminare il punto di applicazione di questa nella sua propria direzione. Adunque, secondo tal definizione, il lavoro meccanico implica sempre l'idea di uno sforzo diretto a vincere una resistenza, e l'altra di un cammino percorso: e perciò i suoi fattori sono: lo sforzo della potenza, il quale si valuta sempre in pesi, ed il cammino percorso o velocità. Così per esem., se lo sforzo od azione di un motore si valuti pari alla pressione di 5 chilog. con la velocità di 2 metri a minuto secondo, il suo lavoro sarà espresso da $5 \times 2 = 10$.

Il lavoro meccanico poi si distingue sempre in due lavori speciali; l'uno detto *lavoro motore* e l'altro *lavoro resistente*. Il primo consiste nell'azione del motore impiegata a produrre un effetto utile; ed il secondo nell'azione dello stesso, destinata ad elidere od equilibrare tutte le diverse specie di resistenze, esistenti in una macchina, le quali non superate, l'azione della potenza non varrebbe a produrre moto di sorta, e quindi nessun lavoro.

Si è adottata intanto per *unità di lavoro meccanico* il chilogramma innalzato ad un metro di altezza in un minuto secondo; ed a questa unità si è dato il nome di chilogrammetro che si scrive ch.m. Per i motori poi di gran potenza si è assunta una maggiore unità di lavoro, che equivale a 75 chilogrammi, innalzati ad un metro di altezza in un minuto secondo, e questa unità dicesi *cavallo vapore*.

18 — Movimento uniforme e vario - caduta dei gravi —

Il moto o movimento è la negazione assoluta della quiete. Esso è uniforme o vario: dicesi il moto uniforme quando il mobile percorre spazii eguali in tempi uguali — dicesi poi vario quando gli spazii sono disuguali ai tempi, o viceversa.

La caduta dei gravi nel vuoto è sempre l'istessa per qualunque peso: nell'aria però i corpi di densità varia cadono pure con varia velocità; ond'è che volendone enunciare le leggi non abbiamo a dire che quelle della gravità che appunto governano la caduta dei gravi. — Ecco:

1° La gravità opera in ragione delle masse

2° La gravità dalla superficie in sopra opera per ragione inversa dei quadrati delle distanze computate dal centro della terra.

3° La gravità dal centro alla superficie opera in ragione delle semplici distanze dal centro istesso.

19 — **Pendolo** — Per pendolo intendosi un punto materiale sospeso allo estremo di un filo flessibile: il pendolo poi si dice semplice quanto questo filo sia immateriale e senza peso, il che per altro essendo impossibile, questa sorta di pendolo lascerà sempre immaginario, e solo si potrà approssimare con un filo sottilissimo di bozzolo; il pendolo poi composto al contrario avrà il corpo sospeso ad un filo materiale o ad un' asta.

20 — **Sue leggi, dimostrate sperimentalmente - applicazione del pendolo alla misura del tempo e della gravità.**
— Le leggi del pendolo come appresso:

1.° Le vibrazioni fatte per archi piccoli sono isocrone, ossia di eguale durata, ancorchè gli archi sieno disuguali; il che si ha per la proprietà della cicloide che fa sempre confondere con il suo arco quelli molto piccoli dei circoli, ond' è che considerandosi le vibrazioni come fatte per archi cicloidalì, devono essere isocrone.

2.° La durata delle vibrazioni non dipende nè dal peso, nè dalla natura oscillante; e ciò per la natura della gravità, che, operando in ragione delle masse, deve impartire eguali velocità a masse disuguali.

3.° Le durate delle vibrazioni sono tra loro come le radici quadrate delle lunghezze dei pendoli, perchè quando gli archi sono piccoli, può ritenersi il moto delle semivibrazioni discendenti come uniformemente accelerato, e quello delle ascendenti come uniformemente ritardato, quindi le durate come le radici quadrate degli spazii, ovvero degli areui; ma gli archi simili essendo come i raggi, ne risulta, le durate delle vibrazioni essere come le radici quadrate dei raggi, che sono le lunghezze dei pendoli.

Il pendolo per l' isocronismo delle oscillazioni fu applicato alla misura del tempo, come pure a quella della gravità per le attinenze che esistono tra questa forza, la lunghezza del medesimo e la durata delle sue vibrazioni. Circa la misura del tempo il pendolo è adoperato come regolatore del movimento nel meccanismo dell' orologio. Esso, mercè un pezzo ad arco (scappamento ad ancora) alla parte superiore della propria asta, in virtù dell' isocronismo nelle sue vibrazioni, muove e ferma ad intervalli uguali il meccanismo dell' orologio, e questo indica cost divisioni

eguali di tempo. Circa la misurazione della gravità poi, per mezzo del pendolo, i meccanici han dimostrato che se si conosce la lunghezza del pendolo e la durata delle vibrazioni del medesimo, la intensità della gravità si ottiene, moltiplicando il quadrato del numero che rappresenta la ragione della circonferenza al diametro per la lunghezza del pendolo, e dividendo il prodotto pel quadrato della durata di una vibrazione. Per tal modo Borda trovò la misura della gravità terrestre per Parigi eguale a 9m. 8088, ed in simil guisa si può misurarla in qualunque altra latitudine. — La formula per la misura della gravità col pendolo è la seguente: $g = \frac{\pi^2 p}{t^2}$ in cui g dinota il valore della gravità, π la ragione della circonferenza al diametro, p la lunghezza del pendolo e t la durata di una sua vibrazione.

21. Forza centrifuga — La forza centrifuga è quella che tende continuamente ad allontanare il corpo dal centro, al quale sempre esso è tirato per la enunciata legge di gravitazione. Lo studiare che fa girare il cavallo sperimenta la forza centrifuga, ed è quindi che, se l'animale aumenta la sua velocità, egli deve fare assai sforzo per mantenerlo. — I fisici intanto han cercato di rendere aperta con appositi congegni la forza centrifuga: così abbiamo le due palle di legno infilzate ad un filo metallico, teso sopra apposito telaio, le quali si vedranno allontanarsi, quando questo venga applicato sur un motore che lo faccia rapidamente girare: così pure abbiamo la molla circolare di acciaio, girevole intorno di un asse ed infilzata in modo che per un foro scorra liberamente, la quale, quando per l'estremità fissa del suo asse venga applicata sul cennato motore, si vedrà nel rotare schiacciarsi e prender figura di una sferoide. D'onde s'inferisce bene che la terra debba ripetere la sua figura sferoidale dalla forza centrifuga nel continuo e veemente suo moto di rotazione.

IDROSTATICA

Pressione del liquido sul fondo e sulle pareti di un vaso — Equilibrio dei liquidi - vasi comunicanti - torchio idraulico — Principio di Archimede - peso specifico dei solidi e liquidi - aerometri — Fenomeni capillari - endosmosi e esosmosi.

22. Pressione del liquido sul fondo e sulle pareti di un vaso—La gravità, esercitando il suo imperio sopra ogni corpo, è mestieri ancora che operi sui liquidi: la pressione infatti del liquido sul fondo del vaso dee ripetersi dall'azione della gravità; — si noti, solo sul fondo, però che la direzione della gravità quella è — giusta quanto si è detto — del filo a piombo: la pressione poi sulle pareti dipende dalla natura propria dei liquidi, nei quali le molecole si manifestano d'indole ripulsiva. Volendo però misurare tanto l'una pressione che l'altra, diciamo, quella sul fondo essere eguale al peso di una colonna liquida che abbia per baso il fondo del vaso, e per altezza l'altezza di livello; — e quella sulle pareti, ad un'altra colonna liquida, che avesse per baso la parete, e per altezza l'altezza di livello. (1)

23. Equilibrio de'liquidi - vasi comunicanti - torchio idraulico.—Affinchè i liquidi stiano in equilibrio bisogna due condizioni: che cioè la superficie del liquido abbia perpendicolare la direzione della gravità, se questa operi sola, o la risultante delle forze se ve ne concorrono più — e che ogni molecola intorno intorno sia premuta ugualmente.

I vasi comunicanti sono due o più vasi con uno o più cannelli in comunicazione e con lo stesso liquido — in questi si avrà l'equilibrio, non pure alle due già enunciate condizioni del liquido non comunicante, ma con un'altra ancora, che cioè tutte le superficie sieno sempre all'istesso livello.

Il torchio idraulico è un' applicazione dei vasi comunicanti mercè il quale, per via di una minima quantità d' acqua si può

(1) Volendo tradurre in peso questa pressione non si ha che a moltiplicare il volume della colonna per la densità del liquido — anzi la precisa formula, all'uopo è la seguente: ($p = sad$) in cui (s) indica la superficie del fondo, (a) l'altezza di livello, e (d) la densità del liquido.

produrre uno sforzo uguale a quello che si produrrebbe da un'enorme massa del fluido stesso, oppure da qualunque altro peso. Torna poi inutile rammentare quanto sia tornata utile all'industria per le forti pressioni questa macchina inventata da Pascal ed introdotta nella pratica da Bramah alla fine dello scorso secolo.

21. Principio di Archimede - peso specifico dei solidi e liquidi - aerometri.—Il famoso principio di Archimede si è: che un solido immerso in un fluido vi perde tanto di peso per quanto è il peso del fluido che sposta. Infatti un corpo immerso in un liquido che abbia la stessa densità di questo, avrà per pressione di sopra in sotto sulla sua base superiore una colonna liquida che abbia per base la base superiore, per altezza l'altezza di livello: e per spinta da sotto in sopra alla sua base inferiore un'altra colonna liquida che abbia per base la base inferiore e per altezza l'altezza di livello: il che dice che la differenza tra la spinta in maggioranza e la pressione in minoranza è uguale al peso di una colonna liquida pari al volume del solido. Da questo poi ne viene, che se il solido abbia un peso eguale al liquido spostato, divenendo pure eguale la pressione alla spinta, esso lascerà in equilibrio; se poi il peso è maggiore, e quindi la pressione predomina sulla spinta, avremo il corpo sommergente; se in contrario finalmente il peso è minore, e la spinta vince la pressione, avremo il corpo galleggiante. Il principio intanto di Archimede va provato sperimentalmente, mercè la bilancia idrostatica, la quale non è altro che una squisita bilancia comune a dischi alquanto sollevati, sotto l'uno dei quali, e sia il diritto, si fa pendere un cilindro cavo di ottone, e sotto questo un altro pieno che però possa capire esattamente nel primo. Equilibrata poi con dei pesi la bilancia nel manco disco, e fatto immergere in un'apposita vaschetta d'acqua il cilindro pieno della parte opposta, incontanente la bilancia traboccherà dalla parte dei pesi, manifestissimo segno che il cilindro immerso nell'acqua ha dovuto a questa cedere del suo peso; ora per vedere di quanto si riempisca di acqua il cilindro vuoto uguale al pieno, e sarà ben ragione che si ristabilisca lo equilibrio, stando sempre fermo lo enunciato del meditativo Siracusano.

Il peso specifico di un corpo è il peso di esso corpo per rapporto a quello di un egual volume di acqua distillata. Il peso specifico dei solidi va trovato, tra gli altri modi con la così detta

boccia turata: — Si prenda una boccia dal largo orifizio col suo turacciolo e si pesi piena di acqua distillata, poi si ripesi la stessa boccia piena, più il corpo di cui si vuol conoscere la densità; (1) la differenza certo darà il peso del corpo; ora s'immerga il solido nella boccia, certo da questo andrà riversato tanto liquido quanto è il volume del solido istesso, ond'è che ripesando, la differenza tra quest'ultimo ed il secondo peso darà il peso del volume del liquido eguale a quello del solido: conosciuti dunque i due pesi sotto lo stesso volume, non si ha che a dividere l'uno per l'altro, e la densità del solido sarà trovata. — Il peso poi specifico dei liquidi, tra pure altri modi, si rinviene più semplicemente col peso diretto come dicono: trovando cioè prima il peso relativo di un volume di acqua a 0°, poi di uno stesso volume del liquido di cui si vuol sapere il peso specifico, e dividendo in ultimo l'uno per l'altro.

Gli aerometri sono galleggianti che immersi nei liquidi ne fanno conoscere la densità. Vi ha due maniere di aerometri; a peso variabile cioè, ed a volume variabile: — consiste il primo in un'asticella sottile avente nella parte superiore un piattello, e nella inferiore un grosso rigonfiamento, sotto di cui si mette la zavorra; anco un indice nel collo di esso strumento, e l'aerometro a peso variabile sarà compiuto. Il secondo poi aerometro a volume variabile consiste in un cannello di vetro con al di sotto un rigonfiamento e più in basso la zavorra: tanto il primo però che il secondo rispondono al loro ufficio col più o meno immergersi, il che va segnato sopra apposita scala.

25. Fenomeni capillari - endosmosi e esosmosi. — I fenomeni capillari sono, che se un tubo capillare (ossia un tubo di esilissimo diametro—2 o 3 millimetri) aperto ad ambo le estremità s'immerga nell'acqua, vedesi questo liquido alzarsi entro nel tubo un po' al di sopra del livello esteriore, e la superficie del livello interno presentare una forma concava. Se l'esperimento facciasi nel mercurio, verificasi il contrario, cioè il livello del mercurio entro il tubo è un po' più basso del livello esteriore e presenta forma convessa. I medesimi fenomeni si osservano in due tubi comunicanti, uno dei quali sia capillare. Son questi i fenomeni che variano d'intensità col variare delle diverse sostanze bagnanti e

(1) O il peso specifico che val lo stesso.

con l'influenza della temperatura ancora ma non dell'aria, ed è appunto con queste leggi di natura che si spiega come la carta senza colla, l'argilla, il legno, il sale, lo zucchero, le spugne e tanti altri simili corpi s'imbevono facilmente d'acqua o d'altri liquidi con cui vengono posti a contatto, come l'olio, il sego, la cera liquefatta salgano su pei meati capillari dei Incignoli di cui alimentano la fiamma, come le piante assorbono (almeno in gran parte) dal terreno i principi di cui si alimentano ec.

Con i nomi di *endosmosi* ed *esosmosi* il fisico francese Dutrochet, che ne fece la scoperta, designò il passaggio e l'assimilarsi dei liquidi tra loro quand'anco divisi da un mezzo, riferendo il primo nome al fenomeno del liquido che riceve, ed il secondo a quello dell'altro che dà. Infatti una sostanza, si è detto, viene per i suoi pori penetrata dal liquido, ma l'emersione del liquido dai pori della sostanza che se ne imbevette non può avvenire senza l'opera di una compressione o di forza equivalente. Intanto se l'intensità della forza endosmotica sarà equivalente alla esosmotica, eguali saranno le quantità dei due liquidi passati da una parte all'altra dopo un certo tempo, ma nel caso contrario più copioso sarà il trapasso di quel liquido che viene più facilmente assorbito.

AEROSTATICA

Forza espansiva e peso dei fluidi aeriformi - pressione atmosferica - barometro. — Legge di Mariotte - principio di Archimede applicato ai gas, aerostato. — Macchina pneumatica - trombe - sifone.

26. Forza espansiva e peso dei fluidi aeriformi - pressione atmosferica - barometro. — Il fluido aeriforme o gas è un corpo elastico, espansibile mediante il calore, e secondo la sua natura riducibile o no in istato liquido per mezzo del raffreddamento, o di una forte pressione — La espansività in questi fluidi aeriformi nasce dalle forze molecolari che in essi si manifestano d' indole ripulsiva, cioè tendenti di continuo ad allontanarsi e dallo stesso imperio della gravità. Se ne ha una pruova di fatto col vedere gonfiare fino a creparsi una vescica semiafflosciata che venga introdotta, fattane l' estrazione dell' aria, sotto il recipiente della campana pneumatica. Che i fluidi aeriformi poi abbiano il loro peso, senza altre pruove, basta quella materialissima di mettere in una coppa della bilancia un recipiente qualunque di cristallo prima estraendovi bene l' aria, e poi permettendo che vi ci entri, per notare sempre una maggioranza di peso nell' ultimo secondo caso.

La pressione atmosferica (1) è risentita da ogni corpo e per ogni verso dei medesimi. A dimostrare come essa operi sopra ogni corpo ed a misurarla aneora concorre assai bene il tubo torricelliano, che è un cannello di vetro lungo una trentina di pollici ben chiuso dall' un dei lati, e ripieno di mercurio purissimo, fatto prima bollire per estrarvi ogui minima particella di aria. Ad ottenero l' esperimento si turi con un dito il cannello, indi s' immerga in un pozzetto di mercurio togliendo il dito, e tosto si vedrà scendere il mercurio nel cannello, arrestandosi però all' altezza di 28 pollici di sopra il livello del pozzetto, a

(1) Dicesi atmosfera tutta quella gran massa aerea che circonda fino ad una certa altezza il nostro pianeta terrestre. Si noti poi che l' aria non è che un composto di 21 parte di gas azoto e 79 di gas ossigeno, con però pure qualche parte di vapore aqueo e di gas acido carbonico.

cagione — si capisce bene — della pressione di aria soprastante ad esso pozzetto. — A dimostrare poi la pressione per ogni verso abbiamo gli emisferi di Magdemburgo, che sono due emisferi di ottone vuoti e combacianti bene nei loro orli, i quali finchè avranno dell'aria nelle loro cavità sferiche potranno bene separarsi; ma se per apposito meato questa si estraesse, allora, sempre cho essi siano un po' grandi, per istaccarli non basterebbe la forza di due uomini (1) il che dice la enorme pressione che si esercita su tutti punti della superficie curva degli emisferi.

Veduto intanto per il tubo torricelliano essere la pressione atmosferica uguale ad una colonna di mercurio alta 28 pollici; traducendo in numeri questa pressione, avremo il peso di un chilogramma e poco più per ogni colonna di esso mercurio cho abbia per base un centimetro quadrato: così esempigrazia calcolata — come lo è — ad un metro quadrato la superficie del corpo umano, si troverà esercitare su di esso, nient'altro, che la pressione di diecimila chilogrammi, ovvero dieci tonnellate. Ed in tale proporzione via di prosiegua per ogni altro esempio.

Il barometro è uno strumento adatto a misurare prontamente e con precisione in qualunque luogo e tempo il valore della pressione atmosferica. Ei vi ha due sorte di barometri: barometro a pozzetto, il quale non è altro che l'apparato torricelliano con una scala a lato di misurazione, e barometro a sifone, il quale invece di avere il pozzetto, non è che un cannello ricurvo che presenta un braccio aperto alla resistenza dell'aria, ed in cui la pressione atmosferica è misurata dalla differenza di livello tra il braccio chiuso ed il braccio aperto. Si noti che nel barometro a pozzetto perchè lo 0 secondo le diverse pressioni si trovava ora sotto ora sopra al livello di esso pozzetto, si avevano sempre dello inesattezze; quindi si volle fare il barometro a pozzetto con scala mobile, e quello a pozzetto con pozzetto mobile.

27. Legge di Mariotte - principio di Archimede applicato al gas - aerostato — La legge di Mariotte, che riguarda la compressibilità e la elasticità dei fluidi aeriformi, è che i volumi dei gas sono in ragion reciproca delle pressioni che soffrono: e

(1) A chi prendesse vaghezza saper di più su questo articolo crediamo bene riferire potersi riportare al periodico. *L' Universo Illustrato* per E. Treves in Milano, anno 1.^o N. 8. pag. 126.

ciò basta a sapersi omettendo la dimostrazione che si riporta col tubo di Mariotte che ognuno potrà riscontrare nella Fisica del Professoro Palmieri, lezione XII, o dove meglio si credesse.

Gli aerostati, o palloni volanti, non sono che un' applicazione del famoso principio di Archimede. Essi per elevarsi hanno bisogno di una diminuita pressione e di una spinta in maggioranza per acquistare nella differenza la così detta forza ascensionale. Dopo intanto gl' infiniti tentativi fatti da molti e molti nelle diverse epoche della scienza per tentare a volo le vie del cielo, noi rinveniamo a gran pena un non infelice risultato nella celeberrima ascensione entro il pallone ad aria rarefatta offerta nel 5 gigno del 1783 all' ammirazione dell' attonito pubblico dai fratelli Montgolfier, con un' elevazione di un bel circa a 6000 piedi. Ritroviamo poi un simile tentativo nell' Agosto dello stesso anno per i Signori Charles e Robert noll' elevazione con il pallone a gas idrogeno. Poi ancora ripetuto nel 1803 e 4 per Gay-Lussac fino al considerevolissimo alto di 7016 metri. Ma perchè giunto ad una certa altezza bisognerebbe risolvere l' indispensabile quesito dei venti che agiscono potentemente sulla gran massa ascendente, pare fino ad oggi, dopo altri molti, differenti ed indefessi esperimenti, che ogni conato sarà ben vano— Dallo esposto fin qui poi si capisce che per rendere un corpo più leggiero con i progressi della scienza fino a questo punto, non si ha che o ad empirlo di aria rarefatta, come l' aerostato alla Montgolfier, oppure di gas idrogeno, o così detto dagli antichi ad aria infiammabile. Si noti ancora che per evitare la precipitosa caduta dell' aerostato si fa uso del così detto paracadute, certa maniera di largo ombrello, che, messo sotto della gabbia, resistendo all' aria, ritarda il moto di discesa.

28. Macchina pneumatica - trombe - sifone. — La macchina pneumatica è uno strumento che serve ad estrarre o a condensare l' aria, quindi è di due generi: di estrazione o di compressione, a secondo serve al primo od al secondo ufficio, però solo a quella di estrazione oggi è rimasto il nome di macchina pneumatica propriamente detta. Essa fu inventata nel 1650 da Ottono di Guericke borgomastro di Magdemburg, e consisteva, secondo questa prima invenzione, in un recipiente con un' apertura munita di un' animolla aprentesi di sotto in sopra. A questo recipiente è congiunta una canna ciliadrica, entro cui corre

a strofinio stretto uno stantuffo forato o munito di un'altra animella: ora con il salire e scendere dello stantuffo, e lo alzare e calare delle animelle verrà estratta l'aria. Se intanto l'ordine delle animelle s'invertisse ed esse venissero ad aprirsi di sopra in sotto si avrà la macchina di compressione. — La macchina pneumatica intanto propriamente detta come si usa oggi ha due trombe per fare più presto il vuoto; ha poi le aste degli stantuffi a denti che ingranano bene in quelli di una ruota situata nel mezzo di esse, e nell'asta della quale, trovandosi il manubrio, ne viene a conseguenza, che l'aria premendo eguale sopra gli stantuffi, li fa stare in equilibrio, e non ci vorrà quindi che una lieve forza per vincere l'attrito, e far da sè salire e scendere alternativamente gli stantuffi stessi. In ciascuna tromba poi ci è l'animella ed un canale comune, che, passando per un tubo di mercurio (insomma per un barometro a pozzetto che indica il grado a cui si è fatto il vuoto) va a corrispondere giusto nel mezzo del piatto su di cui si applica il recipiente. Questo piatto fu aggiunto dal Papin; il barometro di misura è detto *proximo* della macchina. Non tralascieremo di dire, che, grazie alla recente modificazione del Babinet, la macchina pneumatica si è resa capace di fare il vuoto fino ad un millimetro.

Le trombe sono strumenti con cui, per l'applicazione di una forza e della pressione atmosferica, si eleva l'acqua ad una certa altezza. Esse sono di due specie, aspiranti-prementi od aspiranti-elevatorie, secondochè il liquido sgorga per la canna di elevazione o a cagione della pressione, o del sollevamento dello stantuffo nella camera di tromba.

Il sifone poi è uno strumento la cui morcè si possono fravasare i liquidi con l'aiuto della pressione dell'aria. Esso è un cannello ricurvo con un braccio lungo ed un altro corto, questo immerso in un vaso superiore pieno di liquido e quello nell'inferiore, con però una pipetta per aspirar l'aria; il che poi fatto avverrà lo scolo e quindi il travasamento.

ACUSTICA

Velocità del suono nell'aria — Suono riflesso, eco, portavoce — Intensità ed altezza del suono , numero delle vibrazioni corrispondenti — Vibrazioni delle corde elastiche - dell'aria nei tubi sonori.

29. Velocità del suono nell'aria.—Sperimentato da noi come una nostra interna sensazione , il suono è moto fuor di noi che partendo dal corpo sonoro in vibrazione va all' orecchio con il mezzo dell'aria o di qual altro corpo possa trasmetterlo. — Il suono intanto essendo moto fuor di noi, per giungere fino a noi deve impiegare un tempo, percorrere uno spazio, avere una velocità. I fisici dunque dopo reiterati esperimenti han trovato la velocità del suono nell'aria essere pari a 340 metri per ogni secondo. Ci piace aggiungere che attraverso dell'acqua fu sperimentata più che quadrupla della precedente , come poi nei solidi ancor maggiore di questa.

30. Suono riflesso , eco , portavoce. — Il suono si propaga per una serie di onde sferico-concentriche simili in tutto o con le stesse leggi di quelle che si formano nella superficie delle acque con la caduta di un sassolino, le quali onde riconoscono lor centro nel corpo sonoro, da cui si trasmettono. Finchè intanto queste onde sonore non incontrano ostacolo si propagano sempre, ma allorchè danno in un impedimento , si rompono in quello , e ti ritornano il suono più o meno distinto, che si dice perciò suono riflesso, che segue sempre la legge del rimbalzo dei corpi elastici.

L'eco appunto è un fenomeno del suono riflesso , ma egli per prodursi richiede due leggi:

- 1° Che il suono diretto venga riflesso verso l'osservatore.
- 2° Che l'ostacolo contro cui esso si riflette sia ad una distanza non minore di 17 metri , affinchè le onde sonore nel tornare indietro riflesse, arrivino al luogo donde partirono quando già sia cessato il diretto, e quindi riproducendosi in modo distinto l'eco potesse venire generata.

Vi ha poi l'eco monosillaba , la polisillaba , la semplice o la multipla a seconda ripete una sillaba o più, una sol volta o più volte la parola istessa.

Se intanto l'eco non fosse precisa, ma solo avesse un frastuono confuso, si direbbe semplicemente risonanza.

Il portavoce o *cerbottana* è uno strumento fondato sul rinforzo del suono per riflessione, e sulla conducibilità dei tubi sonori, ed è destinato a trasmettere la voce a lunghe distanze. Consiste esso in un tubo conico che all'estremo stretto termina in imboccatura, mentre all'altro estremo si svasa da formare il così detto padiglione. In tale apparecchio, applicando la bocca all'estremo stretto, la voce esce rafforzata dalle successive riflessioni delle onde sonore contro le pareti.

31. Intensità ed altezza del suono, numero delle vibrazioni corrispondenti. — Quel variare del suono a seconda la varia sostanza, forma e dimensione del corpo sonoro è ciò che dicesi timbro del suono; senonchè il suono indipendentemente da questa ha due altre qualità, di cui solo è parola nella tesi: la intensità cioè e l'altezza. La intensità del suono è quel vario grado di forza con cui esso si produce o si fa sentire; essa dipende dalla estensione maggiore o minore delle vibrazioni eccitate nel corpo sonoro, e può essere modificata dalla distanza diversa del corpo sonoro stesso dall'udito, dalla densità dell'aria nel luogo in cui si propaga il suono, dall'agitazione dell'aria e direzione dei venti o finalmente dalla vicinanza di un corpo sonoro, che per risonanza vale sempre a render chiaro e distinto il suono riflesso.

La intensità intanto fa distinguere i suoni in forti e più, o meno forti, in deboli e più o meno deboli.

L'altezza del suono poi, vario grado di tuono del suono medesimo, dipende sempre dal maggiore o minor numero di vibrazioni che compie il corpo sonoro in un tempo determinato, in modo che quanto maggiore è quel numero tanto più è acuto il suono, o tanto più grave quanto è minore. Secondo le esperienze ed i calcoli di alcuni fisici risulta prodotto da 18192 vibrazioni in un secondo il tuono più acuto che possa essere sentito, e da 32 nello stesso tempo il più grave. Ma però per le recentissime esperienze di Savart i limiti tra cui sono chiusi i suoni percettibili sono 48000 vibrazioni per l'acuto e 16 pel grave. Quando poi l'acutezza di un suono eccede oltre il soprassognato limite degenera in un tal fischio percettibile ancora fino ad un milione di vibrazioni sempre per secondo. Per rapporto all'intensità intanto i suoni si distinguono in gravi, medii ed acuti, di cui quello che procede dalle 16

vibrazioni è grave assoluto, quello dallo 48000 acuto assoluto, gli altri poi intermedii sono gravi, medii od acuti relativamente.

32. Vibrazioni delle corde elastiche, dell'aria nei tubi sonori. — Le vibrazioni delle corde sonore sono o trasversali o longitudinali, secondochè si compiono o perpendicolarmente agli assi delle corde, o nel senso della loro lunghezza. Si hanno vibrazioni trasversali sfregando le corde di uno strumento sonoro con un archetto, come nel violino, pizzicandole come nella chitarra e percotendole con un martellino come nel piano-forte. Le vibrazioni poi longitudinali si eccitano sfregando le corde nel senso della loro lunghezza con un pannolino asperso di acqua di colofonia. Noi però c'incaricheremo solo delle prime, come necessarie a conoscersi per la teoria fisica della musica. Il numero delle vibrazioni trasversali di una corda nel render suono varia col variar della lunghezza della corda, della grossezza o diametro della medesima e della tensione o forza con cui è stirata secondo le leggi seguenti :

1° Il numero di vibrazioni di due cordo è nella ragione inversa della loro lunghezza, cioè che la più lunga oscilla più lentamente con suono più grave, e la meno lunga più celeremente con suono più acuto.

2° Il numero di vibrazioni è nella ragione inversa del diametro della corda, cioè che più la corda è sottile più oscilla rapidamente, più essa è grossa più oscilla lentamente.

3° Il numero delle vibrazioni cresce come la radice quadrata dei pesi stiranti, cioè che corde più tese oscillano più rapidamente, e corde meno tese oscillano più lentamente.

La prima legge intanto dà ragione della diversità dei tuoni nelle corde dell'arpa e del piano-forte come dello scorrere della mano del suonatore di violino o di chitarra sul manico di tali strumenti; la seconda poi fa intendere perchè il violone, la chitarra, l'arpa ed altri strumenti di tal natura abbiano le corde di diversa grossezza, mentre la terza finalmente spiega il perchè i violini divengono troppo alti in una sala dove sia molta gente riunita che col molto vapore dei fiati ne stira le corde, e spesso così da farle spezzare.

Per ciò che riguarda poi i tubi sonori, o strumenti ad aria diciamo che i suoni in essi derivano dalla vibrazione della colonna di aria contenuta nel loro interno; ond'è che considerando

qual corda vibrante il cilindro di aria che vi si trova racchiuso ed il peso dell'aria, qual peso che la distende, e quale lunghezza l'intervallo tra il becco dello strumento e quello dei suoi fori laterali che trovasi aperto, tutte le leggi precedenti delle corde elastiche sono anche applicabili ai tubi sonori. Due sole però sono le loro specie, a bocca ed a linguetta: nei primi sono fisse le parti dell'imboccatura, nei secondi l'aria si fa vibrare per mezzo di una laminetta elastica chiamata linguetta.

CALORE

Dilatazione dei solidi - dei liquidi - dei gas — Termometro a mercurio e sua costruzione—Fusione dei solidi e solidificazione dei liquidi, loro leggi—Ebollizione dei liquidi e liquefazione dei gas, loro leggi — Evaporazione, tensione massima dei vapori a diverse temperature—Igrometri—Cenno sul calore specifico e latente, e sulla diversa conduttività dei corpi — Cenno sulle macchine a vapore e loro principali organi—Cenno sulle nubi, sulla pioggia e neve.

33. Dilatazione dei solidi - dei liquidi - dei gas. — La dilatabilità, come bene si è veduto, è nei corpi, a meno poche eccezioni (1), qualità generalissima, ma non tutti però si dilatano nelle proporzioni stesse, però che i fisici per determinarle han trovato quel che essi dicono coefficiente di dilatazione, che è quanto dire la ragione tra l'allungamento e la lunghezza, il quale coefficiente lascia però costante e ritrovabile solo sino a 150. Tralasciamo di dire i beneficii che ne vennero alle arti per questo ritrovamento del coefficiente di dilatazione, beneficii chiarissimi per capirsi da ognuno. Notiamo solo che per la diversa dilatabilità dei corpi si avrebbe avuto nelle variazioni delle lunghezze dei pendoli precisamente falsato lo stabilito isocronismo; a questo però si è trovato rimedio con i pendoli compensatori, all'uopo costruiti di metalli differenti, che si compensano tra di loro con le perdite e gli aumenti in giusta proporzione.

Nei liquidi si considera il solo coefficiente di dilatazione cubica:—ma perchè i liquidi son sempre contenuti in recipienti, col dilatarsi pure di questi si ha solo una dilatazione apparente. Diversi sono i processi tenuti dai fisici per trovare la dilatazio-

(1) Vi sono pochi corpi che pare si sottraessero alla stabilità legge di dilatabilità; così la creta, il legno col riscaldamento si restringono, la piuma, la pergamena si contraggono. Vi ha dei fisici che l'attribuiscono a fenomeni fisiologici, ed anco altri a preciso sottrarsi dalla legge; ma niente di fermo può stabilirsi, come arduo problema forse affidato al progresso di secoli più eletti.

ne assoluta, ma generalmente il più accolto è quello di Dulong e Petit per mezzo dei vasi comunicanti a mercurio con un procedimento che noi tralasceremo, e mercè il quale il coefficiente di dilatazione assoluta si è trovato pel mercurio pari ad un 00018 centomil.mo e costante da 0° a 100°.—per l'acqua dall'istesso 0° al 100° quasi il doppio, e per l'alcool ancora più. Si noti però che l'acqua per le temperature da 0° a 4° invece di dilatarsi si restringe, quindi a questo punto il massimo di densità, quindi la sufficiente spiega dei fenomeni dei ghiacci galleggianti, e della congelazione di essa acqua alla sola superficie.

I fluidi aeriformi poi per le esperienze di Volta e Gay-Lussac, hanno lo stesso coefficiente di dilatazione quando si trovano sotto uguali pressioni, e per essi si è trovato pari ad $\frac{1}{267}$.

34. Termometro a mercurio e sua costruzione. — Il termometro è uno strumento adatto a misurare il calorico. Ve ne ha di più maniere, e tanti quanti sono i corpi:—per ora diremo di quelli a liquido e tra essi menzioneremo solo l'usitatissimo a mercurio. Consiste esso propriamente in un cannello di vetro calibrato, fuso dall'un dei capi con una pallina o recipiente di altra forma che è detto bulbo del termometro; questo bulbo però si riempie di mercurio insieme con la canna, facendo sempre con la ebollizione od altro artificio qualunque, che dilatandosi il mercurio arrivi fino all'orlo del recipiente e si riversi un poco, acciocchè ogni anco minima parte di aria ne vada fuori: indi si chiude dall'altro capo al dardo di lucerna. Portato poi questo termometro entro una quantità di neve in liquefazione, si segna con lo 0° il suo stato di abbassamento: trasportandolo poi nell'acqua distillata bollente sotto la media pressione barometrica, si segnerà con cento la sua elevazione, e la scala divisa in 100 gradi ci saprà avvisare col cambiar di sito del mercurio i gradi diversi del calorico nell'aria. Non tutti però i termometri a mercurio sono centigradi come questo descritto di Celso, ve ne ha degli ottantigradi di Reaumer e l'altro di Fahrenheit con la scala di 180 gradi, perchè stabilito con 32 il punto della liquefazione della neve e 212 l'alto massimo dell'acqua bollente. Ogni grado del primo però, si capisce, potersi facilmente tradurre nei gradi del secondo, del terzo; e viceversa.

35. Fusione dei solidi e solidificazione dei liquidi. — La fusione dei solidi è il passaggio dei corpi dallo stato solido allo stato

liquido; due sono le sue leggi: che cioè il corpo abbia la sua temperatura di fusione, e che assorba una determinata quantità di calorico latente a seconda della sua natura. La solidificazione poi dei liquidi è il passaggio dei corpi dallo stato liquido allo stato solido: le sue leggi sono le inverse di quelle della fusione, che cioè debba perdere l'eccesso di temperatura che ha per rispetto a quella di fusione, e che debba perdere pure tutto il calorico latente che assorbi nel diventar liquido.

36. Ebollizione dei liquidi e liquefazione dei gas, loro leggi. — La ebollizione dei liquidi è il passaggio di essi liquidi dal loro stato a quello aeriforme quando i vapori si generano entro la massa del liquido stesso e si fan sopra sotto forma di bolle o di sonagli. Le sue leggi sono due: che cioè 1° abbia lo stesso liquido sempre costante ed inalterato il suo grado di ebollizione, e che in 2° assorba sempre una quantità di calorico, e per soddisfare alla prima legge lo nasconda sotto forma di calorico latente — Si noti che la ebollizione dei liquidi può venir ritardata per tre cause; o dall'accrescimento di pressione, o dallo scioglimento in essi dei solidi, o dalla natura diversa finalmente dei recipienti.

La liquefazione dei gas è il passaggio di essi dallo stato loro a quello aeriforme, mercè un forte abbassamento di temperatura. Le sue leggi sono pure due, e precisamente le inverse di quelle enunciate per la ebollizione dei liquidi: cioè i gas si restituiscono al loro grado di ebollizione, e che emettano progressivamente tutto il calorico latente assorbito.

37. Evaporazione, tensione massima dei vapori a diverse temperature. — La evaporazione è il ridursi dei liquidi in vapori. Due sono le sue leggi: che cioè 1° lo spazio al di sopra del liquido sia tutto saturo di vapore, ossia incapace a riceverne altro dello stesso liquido, e che in 2° vi sia assorbimento di calorico latente. La evaporazione si fa celeremente nel vuoto e lentamente nell'aria, per l'incombrio della pressione di questa.

La tensione massima del vapore poi è quella massima densità di cui esso è capace, in modo che volendo andar oltre, si avrà tosto la riconversione in liquido, finchè il vapore si restituisca alla tensione ordinaria. Questa tensione massima dei vapori cambia col variare di temperature, ond'è che volendosi misurare si fa uso di tre diversi strumenti: se la temperatura è inferiore

allo 0° si adopera un barometro comune a pozzetto, poi un altro sulla cui estremità siavi dell'acqua, il quale ultimo barometro però abbia il cannello ricurvo alla parte superiore, in modo da immergerlo in un liquido qualunque, alla temperatura che si vuole al di sotto 0° - S° - 10° per es. ecc. Allora per la legge della tensione dei vapori a varie temperature, il vapore aqueo nel vuoto barometrico dovrà avere la tensione corrispondente alla temperatura S° - 10° etc; in modo che si vedrà il liquido progressivamente sparire dal sommo della colonna, e comparire in parte converso in ghiaccio, nel fondo del cannello. Stabilito così lo equilibrio, la depressione di questo barometro rispetto al primo darà la misurazione della tensione del vapore alla temperatura di S° - 10° etc. — Se poi la temperatura è tra 0° e 100° si fa uso di uno strumento composto di due barometri a pozzetto e scala comune entrambi immersi in un bagno di acqua alla temperatura tra 0° e 100° in cui si vuole misurare la tensione del vapore: l'uno però dei barometri avrà nel suo vuoto una certa quantità di acqua. Le depressioni di quest'ultimo barometro alle diverse temperature, indicheranno secondo esse, la misura della tensione del vapore. — Per le temperature superiori a 100° si può far uso dello strumento fatto sulla legge di Mariotte dal Pouillet, che potrà riscontrare nella sua fisica chi ne avrà vaghezza.

38. Igrometri. — Gli igrometri sono strumenti adatti a misurare la umidità assoluta o relativa (1) dell'aria. Ce ne ha di tre maniere: igrometri cioè a condensazione, igrometri di evaporazione ed igrometri di assorbimento: diremo solo di questi terz'ultimi; essi basano sulla proprietà di molti corpi organici di assorbire ed emettere la umidità; quindi il grado di esso potrebbe determinarsi anche con la bilancia, come si son veduti igrometri ad aumento o diminuzione di peso. Ma perchè nei detti corpi si vede ancora con l'umido un cambiamento di dimensione e di forma; così furon fatti igrometri su queste proprietà, e tra i molti per lo più ovvi a fantocci, ad eremita etc. (sebbene questi farebbero veri igroscopi, perchè indicano solo ma non misurano l'umidità) l'unico rimasto in credito è conosciuto sotto il nome di

(1) Si noti che la umidità assoluta è la quantità di vapore che si contiene in ogni metro cubico di aria, nonchè la elasticità di esso al proprio stato di temperatura; mentre la umidità relativa è la frazione di saturazione che la quantità di vapore rappresenta.

igrometro a capello di Sausurre. Consiste esso in un capello tipo bene sgrassato con particolar processo di lavamento. Questo capello è affidato dall' un dei capi ad una pinzetta o si lascia scondere perpendicolare, l' altro capo poi passa per la scanalatura di una carrucola; la quale ancora con un' altra scanalatura dà luogo in senso contrario ad un contrappeso. Un indice poi fisso nel centro di questa carrucola con l' allungarsi e l' ritirarsi del capello camminando sopra di un arco graduato indicherà il grado diverso di umidità. L' arco-scala è formato con lo 0° massimo di sochezza ed il 100° massimo di umidità. Si noti però siccome i gradi di questo igrometro non corrispondono precisamente alla frazione di saturazione; così essa corrispondenza sarà data solo da apposite tavole.

39. Cenno sul calore specifico e latente, e sulle diverse conduttività dei corpi. — Dicesi calore specifico quella diversa quantità di calorico necessaria perchè corpi diversi sotto lo stesso peso acquistino o perdano la stessa temperatura: il calore latente poi è quel calorico che assorbe necessariamente ogni corpo nel passare dallo stato solido al liquido, e da questo all' aeriforme, ma che però non si manifesta mai al termometro. Per ciò che riguarda intanto la conduttività dei corpi, essi non è che il propagarsi del calorico di molecola in molecola per ogni verso dei medesimi. Dei corpi intanto altri sono buoni conduttori del calorico, come i metalli, altri cattivi, e tra questi cattivissimi i liquidi ed i gas, i quali se si riscaldano facilmente lo devono solo alle correnti che in essi si generano, e per le quali tutte le molecole vanno a toccare il fondo del vase in riscaldamento. La diversa conducibilità dei corpi è dimostrata con la così detta scatola di Ingenhousz, che è una scatola prismatica di metallo, avante allo ostro in una delle pareti impiantate delle verghe eguali di materie diverse. La scatola è ripiena di acqua bollente e le verghe coperte di cera: ora il diverso estendersi della liquefazione della cera dinoterà il grado di conduttività delle diverse materie onde le verghe son formate.

40. Cenno sulle macchine a vapore e loro principali organi — Senza far menzione speciale delle diverse applicazioni delle macchine a vapore, nè delle nostre locomotive, diremo del supremo principio integrante in ogni macchina. La macchina dunque a vapore è un meccanismo più o meno complicato, di una

forma o di un'altra attivata dal vapore, il quale imprime un moto rettilineo ad uno stantuffo, qual moto per altro appositamente congegno si tramuta in curvilineo rotatorio, e la macchina spiega il suo effetto.

Gli organi principali della macchina a vapore sono la caldaia, dove si genera il vapore, una valvola di sicurezza (che è come si è veduto, una leva di secondo genere) per impedire gli scoppi, applicata sulla caldaia stessa, e lo stantuffo su cui vanno a sboccare i tubi per imprimergli il moto rettilineo, che poi sempre si tramuterà nel curvilineo rotatorio.

41. Cenno sulle nubi sulla pioggia e neve — Le nubi non sono che nebbie più elevate, perchè si formano solo alla superficie della terra, e quelle in regioni più alte. Infatti uno è il principio che governa entrambi, quello propriamente proclamato da Hutton, che cioè: Quando due eguali quantità di aria sature di vapori e di diversa temperatura vengono a mescolarsi ci deve essere precipitazione di una parte del loro vapore: se non siano sature si formerà almeno un'aria più umida, e se le differenze di temperature sieno molto grandi, potrassi anche avere precipitazione senza l'antecedente saturazione di ciascuna. Le nubi dunque sono composto di sferucce acqueo nate dalla soprassaturazione dell'aria — Molti fisici concordano nel dire queste sferucce globetti minutissimi, altri li ritengono vapori vescicolari — Quattro intanto sono le forme principali delle nubi: cirri cioè, strati, cumuli e nembi. I cirri sono nubi alte, rade, bianche, filamentose ad orli laceri che spiccano sempre nello azzurro del cielo. I cumuli sono a contorni tendeggianti come balle di lana accumulate le une sulle altre e si mostrano solo innanzi il meriggio in primavera. Gli strati poi sono nubi lunghe ed orizzontali che appunto si mostrano sull'orizzonte al nascere od al tramonto del sole. Il nembo finalmente è quella massa informe di nubi che si risolve in pioggia.

La pioggia fenomeno conosciuto perchè conosciuto perchè ovvio dipendo da abbassamento di temperatura nella regione delle nubi, o da proseguimento di operare di quella cagione che le produsse. Quindi si hanno le più volte osservate piogge in alto senza che si bagni la terra; e ciò perchè l'acqua che si riversa dalla nube trovando uno strato di aria molto secco, si riconverte in vapore.

La neve poi non è che l'istessa pioggia a più forte abbassa-

mento di temperatura, quindi a delle volte che i fiocchi di neve al monte e l'acqua al piano, e ciò perchè i fiocchi di neve si fondono passando a traverso le falde inferiori di aria più calda. Si noti che i fiocchi di neve guardati col microscopio presentano una singolare configurazione che dipende dalle leggi della cristallizzazione.

LUCE

Velocità della luce - sua propagazione - ombra e penombra — Intensità della luce - specchi piani e sferici, concavi e convessi — Rifrazione della luce - prisma - lenti convergenti e divergenti — Dispersione della luce - spettro solare e sue proprietà — Camera oscura e camera lucida - principio della fotografia — Descrizione sommaria dell' occhio - visione distinta, occhiali - stereoscopio — Cenno sul calore raggianti.

42. Velocità della luce - sua propagazione - ombra e penombra — La luce è quell' agente imponderabile che percorrendo lo spazio con prodigiosa celerità impressiona l' organo della nostra vista e produce in noi la sensazione della visione. Prodigiosa è la velocità della luce, poichè essa percorre dieci milioni di miglia per minuto: ed ecco come si venne a determinarla: quando l' uno o l' altro dei quattro satelliti girando intorno a Giove si eclissa, la sua emersione dall' oscurità si scorge da noi 16 minuti e 20 secondi più presto, trovandosi la terra nella massima vicinanza a quel pianeta in confronto di quando trovasi nella massima lontananza. Ora la differenza fra queste due distanze essendo il diametro dell' orbita terrestre, cioè 164,000,000 di miglia, il tempo che impiega la luce a percorrere nella seconda posizione della terra questo soprappiù, spiega il suddetto ritardo che in cifre rotonde importa appunto la quantità enunciata. Ogni corpo luminoso emana da tutti i suoi punti ed in tutte le direzioni dei raggi di luce rettilinei e divergenti, così proprio come se partissero da centri di tante sfere luminose di raggio indefinito. La linea secondo cui propagasi la luce chiamasi raggio luminoso; la riunione di più raggi emanati tutti da un punto solo dicesi pennello di luce, e fascio il complesso di più pennelli. La luce si propaga in linea retta tanto nel vuoto, come in un mezzo omogeneo; cioè che abbia in tutte le sue parti la medesima composizione chimica e la medesima densità. Al contrario nei mezzi eterogenei i suoi raggi si spezzano in quel punto proprio dove fan passaggio da un mezzo nell' altro di diversa densità.

La luce nel propagarsi nello spazio se incontra un corpo opaco

è arrestata, e dietro di questo sopra uno schermo illuminato dalla medesima sorgente di luce, va a proiettarsi la figura del corpo interposto. Ora questa figura del corpo per privazione di luce, altro non è che l'ombra del corpo medesimo, la quale può definirsi così: la parte dello spazio ove un corpo opaco impedisce alla luce di penetrare. Ogni ombra poi ha intorno a se una striscia costituita di una gradazione di ombre leggicce sempre sfumanti dall'ombra propriamente detta allo spazio perfettamente illuminato. Questa striscia chiamasi penombra, e quasi passaggio tra la luce e l'ombra ed è generata da una incompleta illuminazione dei suoi punti.

43. Intensità della luce. — Per intensità di luce intendosi la forza rischiarante di questo agente. Essa secondo la pur nota legge della ragion inversa dei quadrati delle distanze, scema al crescer della distanza degli oggetti dalla sorgente illuminante. A provare sperimentalmente la verità di una tal legge vari apparecchi furono immaginati e costrutti, designati in fisica coi nomi di lucimetri o fotometri. Ve ne ha dunque parecchi, ma noi ne descriveremo sol uno, quello di Rumford, che tra gli altri meglio risponde al suo mandato. Esso consiste in uno schermo traslucido verticale cui dinanzi è fissata a poca distanza una verga opaca. Le luci che si vogliono paragonare nella loro intensità che saranno sempre due si collocano innanzi alla verga in modo che proiettino sullo schermo due ombre di essa, e poi tanto si avvicina la luce più debole o si allontana la più forte, che le due ombre abbiano infine a risultare di pari intensità. L'aver ciò ottenuto è soltanto segno che le due luci illuminano egualmente lo schermo; ma osservando poi che alla luce più forte, senza alterarne lo effetto, può sempre sostituirsi un gruppo di luci identiche ed eguali alla più debole, corrispondenti in numero al quadrato della distanza della prima dallo schermo, si scorge peranco che le relative intensità devono essere come i quadrati delle rispettive distanze dall'oggetto illuminato.

44. Riflessione della luce - specchi piani e sferici, concavi e convessi. — La proprietà dei raggi luminosi di rimbalzare in parte allorchè incontrano una superficie costituisce il fenomeno della riflessione della luce. Quando questo rimbalzo avviene sopra una superficie liscia e levigata la riflessione della luce siegue alcune leggi determinate, e dicesi riflessione regolare od

anche speculare. Dicesi poi irregolare se scabra e rigata la superficie riflettente, i raggi tornano indietro sotto tutti gli angoli possibili e in ogni sorta di direzione, e la luce così riflessa dicesi diffusa. La riflessione irregolare differisce anche dalla riflessione speculare in quanto all'effetto sul nostro occhio, giacchè quella rende visibile il corpo che la riflette e l'altra ci fa apparire quello da cui proviene mercè la produzione della sua immagine. Le leggi cui obbedisce la riflessione speculare sono le consuete leggi della riflessione dei corpi elastici, cioè: 1° angoli d'incidenza e di riflessione eguali: 2° amendue questi angoli nello stesso piano perpendicolare alla superficie riflettente.—Dalla riflessione della luce sopra le superficie speculari si hanno i fenomeni degli specchi, i quali altro non sono che corpi di metallo o di vetro con superficie levigata atta a trasmettere l'immagine degli oggetti che loro si rappresentano. Secondo la forma gli specchi si distinguono in ispecchi piani e specchi curvi e questi, secondo la varia curvatura, possono essere sferici, cilindrici, parabolici, etc. Diremo qualche cosa solamente intorno agli specchi piani e sferici come i più frequentemente adoperati in ottica. Gli specchi piani sono quelli che hanno la superficie riflettente perfettamente piana. Ora applicando le leggi della riflessione regolare ad un fascio di raggi che cade su di essi, facilmente si scorge che i raggi riflessi conservano la stessa divergenza e convergenza dei raggi incidenti; donde risulta che collocato un oggetto innanzi ad uno specchio piano, sicchè questo ne riceva i raggi incidenti, l'occhio che si trova nella direzione dei raggi riflessi vedrà nel loro prolungamento ideale, cioè dietro allo specchio ed a una distanza eguale a quella a cui trovasi l'oggetto innanzi allo specchio, un'immagine eguale e simmetrica dell'oggetto. Del qual fatto è agevole il rendersi ragione, pensando che i raggi riflessi conservano fra loro perfettamente quei rapporti medesimi che hanno gl'incidenti, epperò, come chi riceve i raggi diretti vede il corpo, così chi riceve i raggi riflessi vede un'immagine interamente identica al corpo. Queste immagini che si formano dietro agli specchi e dal prolungamento ideale dei raggi riflessi, si dicono immagini virtuali, perchè esse non esistono realmente, ma sono l'effetto di una illusione ottica. Riunendo due specchi piani sotto un angolo variabile si possono avere più immagini di un medesimo corpo per le successive riflessioni della luce da uno specchio sull'altro; e se gli specchi fossero pa-

ralleli il numero delle immagini di un medesimo oggetto posto in mezzo ad essi sarebbe infinito, perchè infinite sarebbero le riflessioni da uno specchio all'altro. Gli specchi sferici sono quelli che hanno la curvatura sferica e distinguonsi in concavi e convessi, secondochè la riflessione dei raggi luminosi avviene sulla loro superficie concava o convessa. Dicesi centro e raggio di curvatura dello specchio il centro e raggio della sfera di cui lo specchio è segmento, centro di figura il punto medio della sua superficie, asse principale la linea indefinita che passa pei cennati centri, asse secondario ogni linea indefinita, che, attraversando lo specchio, passa per il solo centro di curvatura, ed infine ampiezza dello specchio l'angolo formato da due raggi di curvatura, che, partendo dal centro di curvatura, vanno a fluire all'orlo dello specchio. Ciò premesso, vediamo quali sieno i fenomeni che presentano gli specchi sferici, e dapprima i concavi. Applicando le note leggi di riflessione a quei raggi di luce, che, partendo da un corpo luminoso, come una fiamma, vadano a rimbalzare negli specchi concavi, abbiamo i seguenti fenomeni: 1° Se il corpo luminoso è supposto ad infinita distanza dallo specchio, com'è per esempio il sole, i raggi incidenti cadranno parallelamente all'asse principale, e, riflettendosi nell'interno dello specchio, convergeranno fra loro e formeranno tra i due centri di curvatura e di figura e quasi nel loro mezzo, una immagine reale e capovolta molto impicciolita dell'oggetto luminoso. Il luogo o punto dove formasi questa immagine chiamasi *foco solare* o principale del specchio. — 2° Se il corpo luminoso è posto nel foco solare, la sua immagine non si troverà in nessuna parte, ma vorrassi soltanto un riflesso luminoso consistente quasi del tutto in una emissione di raggi paralleli atti a propagar la luce a notevoli distanze. 3° Se il corpo luminoso trovasi al di qua del centro di curvatura, a tale distanza però dallo specchio che i suoi raggi vi cadono non paralleli, ma più o meno divergenti, i raggi riflessi convergendo fra loro formeranno il fuoco principale ed il centro di curvatura una immagine dell'oggetto luminoso capovolta, reale ed impicciolita. Facendo poi procedere l'oggetto luminoso verso il centro di curvatura, anche l'immagine muove al suo incontro verso lo stesso centro, ingrandendosi mano mano che vi si avvicina; o posto che il corpo raggiungesse il centro, la immagine si fonderebbe con esso ed ogni fenomeno di riflessione sarebbe svanito. I varii punti ove

formasi la immagine nel caso in parola diconsi: fuochi coniugati. 4° So il corpo luminoso passa nei fuochi coniugati, succedendo l'inverso di quanto si è testè cennato, l'immagine si formerà di là dal centro di curvatura a partire dallo specchio, o sarà reale, capovolta e più grande dell'oggetto. 5° Se finalmente il corpo luminoso viene ad esser collocato tra il foco solare e lo specchio, i raggi riflessi saranno divergenti, ma però meno divergenti degl' incidenti ed incontrandosi in questo caso nel loro prolungamento ideale dietro allo specchio, si vedrà quivi un'immagine virtuale ingrandita e dritta dell'oggetto. I fenomeni poi che presentano gli specchi convessi quando un oggetto qualunque vi porti la sua luce sono assai semplici: essi hanno il potero di divergere sempre i raggi luminosi, epperò a qualunque distanza sia posto l'oggetto innanzi ad uno specchio convesso se ne vede sempre la immagine più piccola, virtuale e dritta.

Regola per costruire le immagini negli specchi sferici. — Per costruire l'immagine di un punto, conviene: 1° condurre l'asse secondario che passa per questo punto; 2° condurre dal punto dato un raggio qualunque incidente sullo specchio; 3° condurre dal punto d'incidenza al centro la retta la quale rappresenta la normale e fa conoscere l'angolo d'incidenza; 4° dal punto d'incidenza dall'altra banda della normale la retta che fa con essa un angolo eguale all'angolo d'incidenza.

Quest'ultima retta rappresenta il raggio riflesso e prolungandola fino ad incontrare l'asse secondario, il suo punto d'incontro con questo asse è il luogo richiesto per la immagine.

45. Rifrazione della luce - prisma - lenti convergenti e divergenti. — Dicesi rifrazione della luce il deviamiento che i raggi luminosi subiscono allorchè da un mezzo trasparente passano obliquamente in un altro anche trasparente, ma di diversa densità. Si è detto obliquamente, perchè se il raggio luminoso è perpendicolare alla superficie che separa i due mezzi, esso non va soggetto a deviazione di sorta, e continua a propagarsi nella sua direzione rettilinea. Il raggio luminoso che da un mezzo va a passare nell' altro porta il nome di raggio incidente fino a che non abbia raggiunto il secondo mezzo; prende poi quello di raggio rifratto, quando penetratovi va deviato nella sua direzione. Queste due specie di raggi formano con la perpendicolare tirata al punto d'incidenza due angoli, dei quali, quello compreso tra il raggio

incidente e la perpendicolare dicesi angolo d'incidenza, ed angolo di rifrazione l'altro tra la medesima perpendicolare ed il raggio rifratto. Ciò premesso diciamo che la rifrazione va distinta in rifrazione semplice e rifrazione doppia, secondochè il raggio incidente nel rifrangersi resta semplice o si divide in due. Noi accenneremo qualche cosa sì dell'una che dell'altra ed in prima della semplice di cui eccone le leggi:

1.^o Quando la luce passa da un mezzo meno denso in uno più denso, il raggio rifratto si avvicina alla perpendicolare tirata al punto d'incidenza, formando l'angolo di rifrazione minore di quello d'incidenza; e se da un mezzo più denso passa in un altro meno denso ne deriva l'inverso.

2.^o Qualunque sia l'obblività del raggio incidente, il valore dell'angolo d'incidenza e di quello di rifrazione stanno fra loro in un rapporto costante per due mezzi dati, ma variabile al cangiare di uno di essi. Questo rapporto costituisce l'indice di rifrazione dei vari corpi trasparenti. Così, presa l'aria come mezzo invariabile di paragone, si trova che la luce passando da essa in un altro mezzo, e sia per esempio l'acqua, offre tra l'angolo d'incidenza e quello di rifrazione il rapporto di 4 a 3; questo rapporto costante, che può anche esprimersi con $\frac{3}{4}$ forma l'indice di rifrazione dell'acqua.

Il vetro, il diamante, l'idrogeno ec. in rapporto all'aria hanno ciascano il proprio indice di rifrazione.

3.^o Il raggio incidente ed il raggio rifratto sono in uno stesso piano perpendicolare alla superficie dividente i due mezzi.

Dalle enunciate leggi risulta che la luce può passare sempre da un mezzo meno denso in uno più denso, ma non sempre però da un mezzo più denso in uno meno denso. E di fatti in quest'ultimo caso l'angolo d'incidenza è sempre minore dell'angolo di rifrazione; ma perchè il massimo angolo di rifrazione è l'angolo retto, così il massimo angolo d'incidenza, quando la luce passa da un mezzo più denso in uno meno denso, è un angolo minore del retto, cioè un angolo acuto. Ora questo angolo d'incidenza acuto, al quale corrisponde il massimo angolo di rifrazione, cioè un angolo di rifrazione retto, quando la luce passa da un mezzo più denso in uno meno denso, dicesi angolo limite, ed intanto, se la luce incidente fa un angolo maggiore dell'angolo limite, la luce nel rifrangersi far dovrebbe un angolo di rifrazione maggiore

dell'angolo retto, il che essendo impossibile, ne segue che la luce non passa nel secondo mezzo, cioè non vi è rifrazione, ed invece essa ritorna indietro, si riflette nello stesso mezzo dal quale tendeva ad uscire, e si ha così il fenomeno che dicesi della riflessione totale, e l'occhio intanto che si trova nella direzione dei raggi riflessi vede nel loro prolungamento così come in uno specchio l'immagine del corpo dal quale è partita la luce incidente. Colle medesime leggi della riflessione si spiegano anche diversi fenomeni ottici, così per esempio, si spiega perchè una moneta posta sul fondo di una catinella pria invisibile, si rende poi visibile e come rialzata col fondo di questa versandovi dell'acqua, perchè un fiume di acqua limpida sembra meno profondo di quello che sia realmente, perchè un bastone immerso obbliquamente nell'acqua sembra spezzato, perchè gli astri sembrano più alti che non siano sul nostro orizzonte.

Alcune sostanze trasparenti e cristallizzate hanno la proprietà non solo di rifrangere il raggio di luce incidente ma di dividerlo pur anco in due raggi distinti, e quindi ordinariamente far apparire doppio l'oggetto guardato attraverso di esse. Questa proprietà dicesi rifrazione doppia, e diconsi birifrangenti i corpi che ne son dotati. Il carbonato di calce cristallizzato ci offre il più chiaro esempio della doppia rifrazione. Per conoscere se una sostanza possiede o pur no la doppia rifrazione, basta collocarne un frammento fra due lamine di tormalina incrociate ad angolo retto: se la sostanza assoggettata alla pruova è dotata della rifrazione semplice, lo spazio d'incrociamiento delle due lamine rimane oscuro; se per contra la sostanza possiede la doppia rifrazione il detto spazio si rischiarà. Il fenomeno della doppia rifrazione in una sostanza determinata non si manifesta indifferente in tutte le direzioni, ma ve n'ha sempre una o due secondo le quali osservasi solo la rifrazione semplice, cioè secondo le quali si vede una sola immagine degli oggetti. Queste direzioni son chiamate assi ottici, linee neutre, assi di doppia rifrazione. I cristalli birifrangenti si distinguono in cristalli ad un asse e cristalli a due assi, secondochè presentano una sola o due delle cennate direzioni di semplice rifrazione. Per determinare se un cristallo sia ad uno o a due assi di doppia rifrazione, basta collocar tra le due lamine di tormalina una laminetta tagliata perpendicolarmente all'asse del cristallo medesimo: se sulla tormalina compa-

riscono dei circoli colorati concentrici attraversati da una croce nera, il cristallo è ad un asse di doppia rifrazione; se poi compariscono degli anelli ellittici attraversati da una sola linea nera, esso è a due assi.

Quando la luce attraversa un corpo diafano a facce piane ed inclinate tra loro, si hanno i fenomeni dei prismi. Dicesi prisma in ottica ogni mezzo diafano, le cui facce d'incidenza e di emergenza siano tra loro inclinate. Gli si è dato tal nome, perchè ordinariamente ha la forma del prisma triangolare dei geometri. Dicesi angolo rifrangente del prisma la linea retta risultante dall'intersezione delle due cennate facce, base del prisma il piano opposto all'angolo rifrangente. Ora quando la luce attraversa un prisma, le due rifrazioni opposte che subisce nell'entrare e nell'uscirne non sono eguali, e quindi i raggi emergenti non sono paralleli ai raggi incidenti, ma costantemente deviati verso la base del prisma; epperò l'occhio che li riceve, vede nel loro prolungamento, cioè deviata verso il vertice, l'immagine del corpo dal quale cadono i raggi sul prisma. Si osserva inoltre che gli oggetti veduti attraverso il prisma sembrano dotati dei colori vivaci dell'iride; questo fenomeno lo descriveremo fra poco sotto il nome di dispersione della luce.

Si chiamano lenti certi vetri che attesa la curvatura della loro superficie hanno la proprietà di rendere convergenti i raggi luminosi che li attraversano. Secondo il genere di curvatura, le lenti si chiamano sferiche, cilindriche, paraboliche etc. Negli strumenti d'ottica si usano soltanto le lenti sferiche, e perciò parleremo di esse solamente. Le lenti sferiche come le altre sono o lenti convergenti o lenti divergenti. Le prime che sono sempre più grosse al centro che agli orli, si distinguono in biconvesse, piano-convesse e menischi convergenti, secondochè hanno o ambedue le facce convesse, o una piana e l'altra convessa, ovvero una concava e l'altra convessa, colla convessità però prevalente sulla concavità. Le lenti divergenti anch'esse come le precedenti si distinguono in tre specie, cioè in lenti biconcave, piano-concave e menischi divergenti, secondochè o ambedue le facce della lente sono concave, o una piana e l'altra concava, ovvero una convessa e l'altra concava, la concavità però prevalente sulla convessità. Esse sono sempre più sottili al centro che

agli orli, e quindi di potere opposto a quelle delle lenti convesse. Di qualunque forma siano le lenti, in esse dobbiam sempre distinguere i seguenti elementi: per ciascuna superficie curva i raggi di curvatura, i centri di curvatura e le ampiezze, elementi questi le cui definizioni sono identiche a quelle date per gli elementi dello stesso nome negli specchi sferici; l'asse principale che è quella retta indefinita che nelle lenti a due curvaturei passa per i centri di curvatura, e nelle lenti piano-convesse e piano-concave pel centro unico di curvatura e quello di figura della faccia sferica; il centro ottico, che è quel punto nella lente o sull'asse principale, a cui corrispondono sempre parallele le due facce opposte della lente; infine gli assi secondari che son quelle rette tutte che passando pel centro ottico non passano per quello di curvatura. Del foco principale e dei fochi coniugati diremo qui appresso facendo la esposizione dei fenomeni dei due generi di lenti di cui stiamo trattando.

46. Dispersione della luce, spettro solare e sue proprietà. — Quando la luce bianca, quella del sole, passa da un mezzo in un altro, non è soltanto deviata, ma come dicono i fisici è anche decomposta in parecchie specie di luce. A questo fenomeno che succede tutte le volte che un fascio di raggi solari attraversa un prisma, essi danno il nome di *dispersione*, e lo fanno derivare dalla diversa rifrangibilità delle varie specie di luce in cui la luce bianca può venire decomposta. La luce decomposta dal prisma e proiettata sopra un muro, un foglio di carta od una superficie bianca qualunque costituisce lo spettro il quale può essere solare, stellare, elettrico, chimico, etc. secondo la natura della sorgente luminosa. — Newton per analogia col gamma musicale, volle distinguere nello spettro solare sette luci colorate e non più, mentre in realtà esse sono infinite, come infiniti sono i passaggi della luce rossa alla violacea per una successione di tinte, o una sfumatura continua senza limiti sensibili. I colori dello spettro andando dal meno al più rifratto sono: il rosso, l'arancio, il giallo, il verde, l'azzurro, l'indaco ed il violaceo. Questi colori sono inalterabili per rifrazione, perchè assoggettando ciascun di loro all'azione di un numero qualunque di prismi, non si ottiene ulteriore decomposizione, ed è per questo che le sette tinte dello spettro solare, secondo la dottrina Newtoniana, appellansi colori omogenei, primigeni, primitivi

o semplici. (1) — Le proprietà dello spettro solare come della luce bianca da cui risulta sono: l'azione rischiarante, l'azione calorifica, l'azione chimica e l'azione fosforogenica; le quali azioni però si trovano diversamente distribuite nei colori dello spettro. L'azione rischiarante è massima nel giallo e nel verde, minima nel violetto; l'azione calorifica è massima nel rosso o propriamente al di là di esso nella zona oscura che lo termina: l'azione chimica, la quale si manifesta attuando la combinazione di taluni corpi, come, per esempio, del cloro e dell'idrogeno insieme misti che all'azione della luce diretta detonano e si combinano; ovvero alterando alcuni corpi composti, come il protocloruro di mercurio ed il cloruro di argento, i quali essendo bianchi all'azione della luce poi si anneriscono, quest'azione chimica è massima nei raggi violetti e raggi oscuri limitrofi; l'azione fosforogenica in fine, che è quella di render luminosi alcuni corpi, come p. es. il solfuro di bario, quando, dopo essere stati esposti per qualche tempo alla luce solare, si collocano nell'oscurità; si estende, secondo Becquerel, dall'indaco fino a molto al di là del violetto.

47. Camera oscura e camera lucida — La camera oscura è un apparato che consiste in una scatola rettangolare di legno nella quale i raggi luminosi penetrano attraverso una lente convessa e formano nella parete o parte opposta un'immagine rovesciata e piccola dell'oggetto che sia di faccia alla lente. Questa immagine, incontrando uno specchio di vetro inclinato, cambia direzione e va a formarsi sopra una lastra di vetro smerigliato, detto comunemente spulito che sta disposto orizzontalmente ed a superficie della scatola, sicchè, collocando sopra questo un foglio di carta, si possono comodamente copiare con un lapis i contorni dei pubblici e privati monumenti con assai precisione. Per adoperarla nell'arte del disegno, renderla portatile e raddrizzar facilmente le immagini, le si diedero diverse forme e vi si disposero più lenti convergenti.

La camera lucida, propriamente quella dell'Amici, altro non

(1) Come per mezzo del prisma la luce bianca si decompone nelle sette tinte dello spettro, così si può anche ripristinare per mezzo di una lente convergente o per altro modo, raccogliendo in un solo punto i sette raggi colorati dello spettro medesimo. A questo fenomeno i fisici danno il nome di ricomposizione della luce.

è che un prisma rettangolo di vetro di cui una delle facce che comprende l'angolo retto si volge verso l'oggetto che si vuol ritrarre e l'altra risulta perpendicolare ad una lamina di vetro inclinata. I raggi emessi dall'oggetto e penetranti nel prisma subiscono la riflessione totale sul suo lato più grande ed emergono in modo che, incontrando la lamina inclinata di vetro, vi si riflettono parzialmente, o formano per l'occhio che li riceve, al di sotto della detta lamina e sopra un foglio di carta la immagine dell'oggetto, la quale mercè una matita si può benissimo contornare.

48. Principio e concetto della fotografia — L'arte di produrre e fissare sulla carta, sul vetro o sul rame inargentato le immagini degli oggetti per mezzo della luce, ricevette il nome di *fotografia*. Il principio fondamentale di questa arte è riposto nella proprietà che hanno alcune sostanze di mutar colore all'azione della luce la quale, come è detto innanzi, agirebbe in tal caso chimicamente. Sostanze dotate di siffatta impressionabilità diconsi sostanze sensibili alla luce o fotografiche. Or dunque, se sopra una carta resa sensibile alla luce, mercè chimica composizione e collocata convenientemente in una camera oscura detta dagherrotipo, facciamo cadere, anzichè la luce diffusa, quella soltanto che emana da un oggetto, i diversi punti di questo variamente illuminati, manderanno sui punti omologhi della carta raggi diversamente intensi, epperò atti ad alterare in gradi proporzionali alla loro intensità, il colore della carta. Ciò è come dire che risulterà su questa l'immagine fedelissima del lineamenti che presenta l'oggetto affacciato, con la differenza però che i tratti chiari dell'originale si troveranno sulla carta rappresentati in oscuro, e i tratti oscuri di quello in chiaro. Questa effigie, che a cagione di cotale inversione chiamasi dall'arte *negativa*, adoperata come oggetto originale in una seconda operazione affatto simile alla precedente, produrrà sulla carta *sensibile* nn'immagine che sarà la negativa di quella e perciò corrispondente in tutto al vero originale, ed immagine positiva si addimanda.

In queste poche nozioni è compreso l'intero concetto della fotografia: i processi vari di questa arte e tutte le particolarità che li accompagnano, convengono proprio a trattati speciali, anzichè a manualetti di fisica della natura del presente.

49. Descrizione sommaria dell'occhio, visione distinta,

occhiali — L'occhio, il più perfetto strumento ottico che possa immaginarsi, è l'organo in cui ha sede la visione. Il globo dell'occhio, detto bulbo, è quasi rotondo, ed è situato in una cavità ossea chiamata orbita, entro la quale, trattenuto da muscoli o da nervi, può eseguire movimenti variati e molto estesi. Esso è principalmente composto delle seguenti parti: Nella parte anteriore ed esterna vi ha una membrana trasparente chiamata *cornea trasparente*, la quale, come un vetro di orologio, s'innesta con i suoi bordi con una membrana bianca detta *albugine* o *sclerotica* che riveste tutto il rimanente esterno del globo oculare. Segue appresso una seconda membrana inzuppata di un umor nero per impedire la riflessione dei raggi incidenti, chiamata *coroide*, la quale per dar passaggio ai raggi luminosi, ha anteriormente nel suo centro un forellino rotondo che si chiama pupilla, o questa è circondata da un cerchietto colorito detto *iride*. Finalmente il fondo dell'occhio è tappezzato da una rete di esilissimi filamenti nervosi che dicesi *retina*, la quale poi si prolunga col nervo ottico. — La cavità dell'occhio è ripiena di tre umori trasparenti, che sono: 1° l'*umor cristallino*, che è come una lente convessa sospesa dietro la pupilla; 2° l'*umore acqueo* che è tra il cristallino e la cornea trasparente; 3° l'*umor vitreo* che riempie il resto dell'occhio.

Da questa breve descrizione delle diverse parti che compongono l'occhio, si può desumere che quest'organo può essere paragonato ad una camera oscura della quale la pupilla è l'apertura, il cristallino la lente convergente, e la retina, il diaframma su cui si dipinge la immagine. Quindi ecco in breve il meccanismo della visione. I raggi luminosi che partono da un oggetto si dirigono sull'occhio di chi lo guarda, ed attraversando la cornea, s'introducono per la pupilla nella cavità dell'occhio, e rifrangendosi attraverso gli umori trasparenti, vanno a riunirsi nella retina dove distinguono, come in uno specchio, l'immagine dell'oggetto che si sta osservando, la quale immagine, quantunque capovolta, pure ci fa vedere il capo nella sua propria posizione.

La distanza a cui devono essere collocati gli oggetti per essere veduti con la maggiore chiarezza, chiamasi distanza della *visione distinta*. Essa è di otto in dieci pollici per chi abbia l'occhio allo stato normale. Le persone che vedono distintamente soltanto a distanza minore, sono *miopi*, e quelli che vedono soltanto ad una distanza maggiore sono *presbiti*. Nei primi per eccesso

di rifrangibilità degli umori trasparenti, l'immagine non raggiunge la retina allorchè l'oggetto trovasi collocato alla normale distanza dall'occhio, e nei secondi, per vizio contrario, essa va a formarsi fuori dell'occhio al di là della retina.

Nei miopi e nei presbiti la visione distinta è ricondotta alla sua normale distanza per mezzo degli occhiali, i quali altro non sono che lenti adatte a rimettere l'occhio nel suo giusto grado di rifrangibilità. Se queste lenti sono concave, esse pel potere divergente di cui sono dotate, valgono a moderare l'eccesso di rifrangibilità nell'occhio del miopo, respingendo l'immagine dell'oggetto guardato fin sulla retina, e quindi occhiali di miopia costituiscono; se per contra sono convesse, epperò di virtù convergente, valgono a correggere il difetto contrario nell'occhio del presbite, ritirando l'immagine fin sopra della retina, o quindi costituiscono occhiali per presbitismo. Tanto la prima quanto la seconda specie di occhiali sono di vario grado, secondochè la miopia o il presbitismo trovansi a gradi più o meno avanzati.

50. Stereoscopio. — Lo stereoscopio *osservatore* delle *solidità* perchè con esso si vedono i disegni in rilievo, come se fossero oggetti solidi, consiste in una scatola di legno, la cui parete anteriore contiene due tubi leggermente convergenti e chiusi da lenti convesse. Nella parte posteriore è praticata una incurvatura per la quale s'introduce il doppio disegno di un medesimo oggetto, il qual doppio disegno può esser veduto da ciascun occhio isolatamente attraverso le lenti venendo rischiarato dalla luce che penetra per una apertura superiore a coperchio speculare. Questi disegni rappresentano il medesimo oggetto, ma con prospettiva differente, e che è precisamente quella che corrisponde alla differenza che passa nel guardare un medesimo oggetto da piccola distanza ora con un occhio e poi con l'altro senza muovere la posizione nè del corpo nè dell'oggetto. Ora chi guarda i due disegni attraverso le due lenti, riceve per ciascun occhio la medesima impressione, e vede non già due figure, ma sibbene una sola che risulta dalla fusione di entrambe, e la vede in rilievo così distinto da far credere le figure altrettante statuette, sicchè l'illusione è completa e veramente sorprendente. Se le due figure fossero di due colori diversi, secondo gli esperimenti, di Foucault e Regnault, apparirebbero un sol colore e quello appunto che risulta dalla unione di entrambi.

51. Cenno sul calorico raggiante. — Il calorico che si trasmette dalla sorgente calorifica ai corpi circostanti non altrimenti che la luce, cioè per irraggiamento, dicesi calorico raggiante, e chiamasi raggio di calorico o raggio calorifico la linea retta che percorre mentre si propaga. Il calorico si trasmette anche attraverso la materia ponderabile, comunicandosi da molecola a molecola per contatto; ma questo dicesi calorico condotto, diverso dal raggiante, in quanto che, oltre all'intervento della materia ponderabile per comunicarsi, procede con leggi proprie, per nulla identiche a quelle della luce. Come nella luce la velocità con la quale si propagano i raggi calorifici, sebbene non determinata pur si ritiene grandissima. Essendo le leggi poi del calorico raggiante le stesse di quelle della luce, ne risulta che esso debba irradiarsi intorno intorno alla sorgente calorifica in tutte le direzioni; che la irradiazione in linea retta per un mezzo omogeneo debba variar direzione per la eterogeneità dei mezzi; che la sua propagazione debbasi effettuare nel vuoto, così come nell'aria; che la sua intensità finalmente variar debba proporzionalmente alla temperatura della sorgente calorifica, inversamente alla obliquità dei raggi, e, per distanze diverse, nella ragione inversa dei quadrati delle distanze.

Quando i raggi calorifici, emanati da una sorgente qualunque, cadono sulla superficie di un corpo, si dividono generalmente in due parti. Alcuni penetrano nella massa del corpo e restano assorbiti, altri tornano indietro riflessi, quasi respinti dalla superficie medesima, come abbiain visto succedere anche per i raggi luminosi.

Le leggi della riflessione del calorico sulle superficie levigate sono quelle stesse che abbiain studiate per la luce. Quindi interviene che se si faccia cadere un fascio di raggi calorifici paralleli su di uno specchio concavo, questi nel tornare indietro riflessi, si raccoglieranno tutti nel foco solare dello specchio, dove perciò produrranno una temperatura elevatissima e tale che un corpo messo in quel punto sarebbe bruciato. Questi specchi diconsi ustori, appunto perchè capaci di abbruciare qualunque cosa che per sua natura possa incendiarsi.

Tutti i corpi quali più e quali meno hanno la proprietà di riflettere, di assorbire e di emettere il calorico che da una sorgente qualsiasi ricevono. Il potere riflettente varia nei corpi se-

condo la loro natura, e per lo stesso corpo esso è sempre in ordine inverso del suo potere assorbente, cioè, quanto più un corpo riflette il calorico, tanto meno l'assorbe e reciprocamente. Così nel nero-fumo essendo massimo il potere assorbente, è nullo il potere riflettente; e per contra nell'ottone levigatissimo, mentre è massimo il potere riflettente, è quasi che zero lo assorbente. Il potere emissivo poi per un medesimo corpo è sempre in rapporto diretto col suo potere assorbente, poichè più calorico si assorbe più se ne emette. Il potere riflettente, assorbente ed emissivo varia nei corpi non solo al variar della loro natura, al variar della levigatezza della superficie, al variar della incidenza dei raggi calorifici; ma al variare ancora della natura della sorgente calorifica che emette i raggi.

Vi sono infine dei corpi che si lasciano attraversare dal calorico raggiante, all'istessa guisa che i corpi diafani fanno passare la luce; altri sono privi di questa proprietà, o non la posseggono che in debolissimo grado. Melloni ha dato ai primi il nome di corpi diatermici o trasparenti pel calore, ed ai secondi quello di corpi adiatermici. I gas sono i corpi più diatermici, i metalli sono del tutto adiatermici.

ELETTRICITÀ E MAGNETISMO

Proprietà dei magneti - fenomeni principali - metodi di magnetizzazione - declinazione ed inclinazione dell'ago magnetico - bussola. — Elettrizzazione per istrofinio - fenomeni principali — Elettroscopio - elettroforo - macchina elettrica - bottiglia di Leida — Elettricità atmosferica e fenomeni da essa prodotti — Pila di Volta - sue modificazioni - azione chimica interna ed esterna della pila - pile a forza costante - effetti calorifici e luminosi della pila - pila termoelettrica — Azione reciproca delle correnti e dei magneti - galvanometro - magnetizzazione elettro-magnetica — Azioni delle correnti fra di loro. — Correnti d'induzione - rocchetto di Ruhmkorff — Descrizione sommaria del telegrafo di Morse.

52. Proprietà dei magneti-fenomeni principali-metodi di magnetizzazione - declinazione ed inclinazione dell'ago magnetico-bussola. — Chiamansi *magneti* o *calamite*, dei corpi che hanno fra le altre loro virtù quella di attrarre il ferro, lo acciaio, il nickel ed il cobalto. Vi ha due specie di calamite, le *naturali*, e le *artificiali*; e queste possono essere permanenti o temporarie. Son calamite naturali quelle che si trovano belle e fatte in natura sotto l'aspetto di un minerale di color nericcio composto di protossido e sesquiossido di ferro chimicamente tra loro combinati. Le calamite artificiali poi son quelle che l'arte produce, comunicando a verghe di buon acciaio temprato la virtù della calamita naturale, o mediante la elettricità, o mediante un certo modo di sfregamento sulla calamita naturale; quelle non conservano la loro virtù che durante l'azione delle correnti elettriche, queste poi son permanenti. La proprietà di attrarre nelle calamite non si manifesta in tutti i punti della loro superficie: essa è massima nelle due estremità, e nulla nella linea equidistante da queste. I due punti dove l'attrazione è massima diconsi poli della calamita, e la linea intermedia inattiva linea *neutrale*. Tanto i poli quanto la linea neutrale si rinvencono con il rivolger la calamita nella limatura di ferro, giacchè è ai poli che questa viene attratta in maggior quantità, donde va poi gradatamente scemando fino a mancare del tutto là dove corrisponde la linea neutrale.

Le proprietà delle calamite e quindi i loro fenomeni generali possono ridursi a queste: polarità, attrazione, ripulsione ed induzione. Dicesi polarità la direzione costante della calamita sotto forma di romboide allungato, tenuto in bilico sopra di un perno, con una delle sue punte verso il nord, e coll'altra verso il sud del nostro pianeta. La punta che si rivolge costantemente al nord, dicesi polo australe della calamita, e l'altra per converso, polo boreale. L'attrazione e la repulsione sono fenomeni che si avverano tanto fra calamite e corpi, quanto tra calamite e calamite. Nel primo caso, i corpi capaci di essere attratti dalla calamita, come il ferro, il nickel ec. diconsi corpi magnetici, e quelli invece che ne son respinti, come il bismuto, diconsi diamagnetici. Tra calamite e calamite poi avviene che i poli dello stesso nome si respingono e quelli di nome contrario si attraggono. La induzione finalmente consiste nella proprietà che hanno le calamite di far diventar per contatto o per stropicciamento anche calamite i pezzi di ferro o di acciaio. La virtù magnetica nel ferro s'induce per contatto e vi dura tanto quanto il contatto; nell'acciaio poi la s'induce per istropicciamento, ed una volta indotta vi rimane per lunghissimo tempo.

Per magnetizzare una verga di acciaio, mercè il contatto di calamite, e quindi avere una calamita artificiale vi ha tre metodi; cioè quello del contatto semplice, l'altro del contatto separato ed il terzo del contatto doppio.

Per calamitare una verga di acciaio col contatto semplice la si stropicci più volte da un capo all'altro e sempre nel medesimo verso col polo di una calamita. Dopo un certo numero di stropicciamenti la verga è calamitata e la prima metà stropicciata sarà un polo dello stesso nome e la seconda un polo di nome contrario a quello col quale si è strofinato. Col metodo del contatto separato poi si portino nel mezzo della verga da calamitare i due poli contrarii di due calamite e separatamente ciascuno si riporti strisciando dal mezzo verso l'estremo corrispondente della verga e poi si ricominci sempre dal mezzo andando verso gli estremi. La verga sarà così calamitata, e quella metà stropicciata dal polo boreale diverrà polo australe, e boreale quella metà stropicciata dal polo australe. Col metodo infine del doppio contatto si portino i due poli contrarii di due calamite nel mezzo della verga da calamitare, ed insieme si traspor-

tino strisciando dal mezzo ad un estremo e da questo all'altro e così si continni per un certo numero di volte stropicciando la verga da un capo all'altro, ed arrestandosi poi nel mezzo venendo dall'estremo opposto a quello verso del quale si cominciarono gli stropicciamenti. Nel metodo del contatto separato ed in quello del doppio contatto per avere la verga meglio calamitata, la si colloca sopra i poli contrarii di due altre calamite, in guisa però che i poli delle calamite mobili superiori fossero rispettivamente dell'istesso nome dei poli delle calamite fisse inferiori.

Il piano che passa per un luogo qualsiasi della terra e per i due poli di essa dicesi meridiano astronomico di quel luogo, e dicesi parimenti meridiano magnetico di quel luogo medesimo il piano che passando pel centro della terra, passa ancora per i due poli dell'ago magnetizzato mobile, tenuto in equilibrio sopra un asse verticale. Ciò posto siccome il meridiano magnetico, in generale, non coincide col meridiano astronomico, così l'angolo che fa la direzione dell'ago con il meridiano, dicesi declinazione. — La declinazione dicesi orientale ed occidentale a norma che il polo australe dell'ago volgesi ad oriente o ad occidente del meridiano astronomico. L'angolo che forma l'ago magnetico, mobile verticalmente nel piano del meridiano astronomico di un luogo, con la linea orizzontale, chiamasi inclinazione magnetica. Essa quasi nulla all'equatore, va crescendo a misura che da esso ci discostiamo, per diventar poi massima verso i poli, dove l'ago si dispone quasi perpendicolarmente all'orizzonte. Tanto la declinazione quanto la inclinazione dell'ago magnetico, considerando la terra come un'enorme calamita avente suoi poli magnetici uno verso nord e l'altro verso sud, son fenomeni che possono spiegarsi coll'azion reciproca delle calamite tra loro, per cui debba venire attrazione tra poli dello stesso nome, e ripulsione tra quelli di nome contrario.

Un ago magnetico di declinazione racchiuso in una scatoletta di rame sul cui fondo sia disegnata la rosa dei venti costituisce la comune bussola magnetica. Essa se serve alla nautica dicesi marina, ed eccone la descrizione. — La bussola marina si compone di un ago magnetico e di un disco di talco sottopostogli nel cui centro l'asse dell'ago sta infisso, in modo che ago e disco possono girare insieme. Sulla circonferenza del disco son

segnati i 32 scompartimenti formanti la rosa dei venti e il diametro della rosa che termina ai punti N - S di essa si trova nel piano verticale dell'ago. Questo sistema è collocato in una cassa quadrilatera, la quale sull' interna faccia di una delle sue sponde porta segnata verticalmente una linea retta detta il *capo*, in modo che quello fra i raggi della rosa che mira a questa linea è precisamente nella direzione del vascello. Ora è facile intenderne l'uso. Il capitano fa sapere al pilota il rombo verso il quale egli deve governare, ed il pilota attento sempre ai movimenti della bussola, dirige il vascello in maniera che il raggio segnante il divisato rombo riesca costantemente al *capo*. Bisogna poi che la custodia sia libera nei suoi movimenti in guisa da serbar sempre una posizione orizzontale indipendentemente dalle ondulazioni del vascello; oltre di che ne vanno tenute lontane tutte le materie di ferro ed acciaio, affinchè anche il movimento dell' ago si effettui libero da ogni influenza accessoria.

53. Elettrizzamento per istrofinio — fenomeni principali—

L'elettrizzamento per istrofinio è la virtù che acquistano certi corpi quando strofinati, di attrarre i corpi leggieri. I Greci conoscevano siffatta proprietà nella sola ambra, quindi dalla denominazione di questa *ἤλεκτρον* dissero elettrico, fluido elettrico od elettricità la causa od efficienza prima di siffatti fenomeni. Però l'elettrico è in ogni corpo, solo vi sono di quelli che non lo ricevono comunicato così facilmente, ma poi lo conservano bene, e di quelli che lo conducono bene o poi lo dissipano presto; i primi furono detti cattivi conduttori o corpi coibenti, ed i secondi buoni conduttori o deferenti. Ciò posto i fenomeni principali dell'elettrico sono l'attrazione, la ripulsione e la luce. L'attrazione e ripulsione poggiano sul principio che elettricità dello stesso nome si repellono, ed elettricità di nome contrario si attraggono. A spiegare questa elettricità di nome contrario e di nome identico bisogna premettere che la elettricità che si sviluppa nei corpi, sia per eccesso sia per difetto, può essere o vitrea o resinosa, secondochè è della natura di quella che si sviluppa nel vetro o nella ceralacca.

54. Elettroscopio - elettroforo - macchina elettrica - bottiglia di Leida — L'elettroscopio è un congegno più o meno complicato che serve per iscoprire l'elettrico ed allo volte serve anche a conoscere la specie di esso o misurarlo, ed in allora dicesi elettrometro. Il più semplice elettroscopio è una pallina di mi-

dollo di sambuco sospesa ad un filo di bozzolo, e col venire essa pallina attratta o respinta dal corpo elettrizzato, l'elettroscopio presta il suo ufficio.

La Macchina elettrica costa di due pezzi integranti; uno coibente che si elettrizza per continuo attrito ed un conduttore isolato in cui si trasfonde e si accumula l'elettricità in quello eccitata. Il coibente è un disco di vetro che girando per opera di un manubrio applicato al suo asse, sfrega intorno a cuscinetti di crine posti qua e là a cavalcioni del suo lembo: il vetro sfregante riceve continuamente elettrico dai cuscini che se ne risarciscono dal terreno (serbatoio universale) con cui per un filo metallico sono posti in comunicazione. Il conduttore poi è un tubo di metallo a forma di semicerchio, i di cui estremi terminanti in varie punte (per meglio attrarre l'elettrico) si trovano associati al disco di vetro in corrispondenza alle estremità del diametro orizzontale del medesimo, ed è appunto in questo conduttore che si accumula tutto l'elettrico sviluppato nel vetro con l'attrito dei cuscinetti, e perchè non si disperda esso conduttore è isolato col poggiare sopra due colonnette di vetro inverniciato.

La boccia di Leida, così detta dal nome della città d'Olanda dove fu inventata è un vaso di vetro rivestito dentro e fuori (armatura interna ed esterna) fino ad una certa altezza di foglie di stagno, e spalmata al di fuori nella parte nuda di vernice coibente o di ceralacca. Nell'orifizio del vaso ci è un turacciolo di sughero forato nel mezzo per dar passaggio ad un grosso filo di ottone che comunicando con l'armatura interna, riesce al di fuori a bottone. Ora i fenomeni della boccia così costruita sono di tre categorie: di carica cioè, di scarica e di scossa. Comunicando dunque una delle due armature, e sia l'interna, mercè il bottone con il conduttore di una macchina elettrica od altra qualunque fonte di elettricità, e comunicando l'armatura esterna con il suolo, subito la boccia sarà caricata. Rimettendo in comunicazione fra loro le due armature mercè l'eccitatore con manico isolante, si avrà la scarica. Se poi siffatta comunicazione si ponga col nostro corpo, tenendo p. es. la boccia in una mano per l'armatura esterna e toccandone con un dito dell'altra il bottone, si proverà una commozione più o meno molesta in ragione della carica più o meno intensa, e questa commozione va detta scossa.

L'elettroforo, quello propriamente detto perpetuo ideato dal

Volta è formato da un piatto metallico ad orlo poco rilevato ossia di piccolissima profondità, entro del quale si cola una materia resinosa che, rappigliandosi per raffreddamento forma una stacciata grossa poco più della profondità del piatto, piana e non molto scabra nella faccia superiore; e di più da uno scudo metallico alquanto più stretto della stacciata resinosa munita di un manico isolante. La resina poi battuta con una pelle di gatto si elettrizza positivamente. Ora questo apparato si può scaricare come una bottiglia, ma presenta una particolarità di più; e si è, che, avvenuta la scarica, se si allontana lo scudo dalla faccia resinosa se ne caverà un'altra scintilla, e lo stesso avverrà se si ripete daccapo l'operazione. La ragione è questa: la scintilla della vera scarica è dovuta all'elettrico naturale dello scudo obbligato ad uscir fuori per la pressione atmosferica sulla faccia resinosa, e quindi lo scudo, sebbene non ne dia seguio, resta negativo: ed è per questo che, allontanato dalla detta faccia, essendo in difetto, cava alla mano la scintilla per ritornare nello stato naturale.

55. Elettricità atmosferica e fenomeni da essa prodotti. — La elettricità nell'atmosfera si ripete da più cagioni, e principalmente dalla evaporazione (giacchè i vapori, come si sa, involano elettrico dalla sostanza da cui emanano e lo portano seco) e dallo sfregamento dell'aria contro la superficie terrestre, perchè questa si può considerare come una gran macchina elettrica.

I fenomeni principali della elettricità atmosferica sono direttamente il fulmine ed indirettamente i così detti fuochi di Sant'Elmo, le stelle cadenti, l'aurora boreale e la gragnuola. Il fulmine non è che un ammasso di fluido elettrico che da una nube si scarica nell'altra o nella terra, oppure da questa nell'atmosfera. Ciò viene confermato: 1° dal trovarsi in ogni tempo dell'elettrico nell'atmosfera, ma in quantità assai grande durante un temporale; 2° dall'identità che si riscontra tra i fenomeni del fulmine e quelli dell'elettricità artificialmente amministrata; questa e quello cioè seguono i conduttori, vanno verso le punte, fuggono i coibenti, producono gli stessi effetti fisici e chimici sulla materia, uccidono gli animali senza lasciare alcuna ferita. Questo fenomeno atmosferico però è più frequente nella state che nell'inverno, perchè in quella stagione appunto le nubi sono più cariche di elettrico per la maggior lontananza dalla terra, e l'e-

lettrico in esse è ancora più denso per la minor superficie di volume su di cui è accumulato.

I fuochi di Sant' Elmo poi sono quelle pallide fiammelle che si vedono nei tempi procellosi in mare sulla cima degli alberi dei vascelli, ed in terra sulle croci dei campanili od altre punte acuminate, i quali fenomeni si attribuiscono all' elettrico attratto o trasmesso dalle punte per istabilire l' equilibrio fra lo stato elettrico della terra e quello dell' atmosfera. Che l' aurora boreale o polare intanto, quel magnifico fenomeno luminoso a lingue di luce variopinte come nei fuochi di artificio e che si mostra soventi volte nelle lunghe notti polari, sia dovuto precisamente ad azioni elettriche precisamente non si sa dire, ci induce però a crederlo la simiglianza perfetta del colore della sua luce con quella dell' elettrico, mentre il commuoversi delle bussole all' apparire del fenomeno ci fanno supporre il concorso di un' altro agente qual' è il magnetismo. La grandine poi come è ritenuta dal Volta non è che una meteora formata tra due strati di nubi sovrapposti gli uni agli altri ed in diversa condizione elettrica, in modo che se nella nuvola superiore una rapida evaporazione produce la congelazione dei vapori vescicolari, da questa cadranno dei diaccinoli nella nube sottostante, che per forza di elettricità li respingerà nella nube superiore, e questa di nuovo ancora nell' inferiore, sicchè in questa specie di danza il nocciuolo agghiacciato andrà aumentando di mole per l' addizione di nuovi vapori, finchè il peso suo prevalendo sull' azione elettrica lo farà cadere.

50. Pila di volta - sue modificazioni - azione chimica interna ed esterna della pila - pile a forza costante - effetti calorifici e luminosi della pila-pila termo-elettrica.—La pila come fu ideata e presentata prima dal Volta nel 1800 consiste in una serie di coppie elettro-motrici interrotte da un umido: ciascuna coppia va composta di una piastra di rame o di una piastra di zinco, saldate faccia a faccia tra loro: l'umido è presentato da quadrati di cartone o di panno inzuppato in acqua salata o leggermente acidula; l'apparato prese il nome di pila, perchè le coppie ed i cartoni si sovrapponevano in guisa che ne risultava una specie di piliero prismatico.

Posteriormente ricevette varie modificazioni, o fu resa più comoda con l'apparato a cassetta e l'altro a bicchieri od a corona, perchè i bicchieri si dispongono anche in giro: consiste il primo in

una lunga cassetta parallelepipida spalmata internamente di mastice isolante, e divisa, mediante le coppie verticalmente incastratevi, in altrettanti scompartimenti che vengono empiti dell'acqua conduttrice. Nell'apparato secondo poi le coppie consistono in due listerelle, una di rame, l'altra di zinco, saldate ad angolo, ed in una serie di bicchieri pieni dell'acqua salsa, nei quali si pongono a cavalcioni quelle coppie angolari, per guisa che in ciascuna bicchiere peschi la listerella rame di una coppia e la listerella zinco di un'altra. Si preferiscono questi due ultimi apparati, perchè conservano l'umido, mentre sui cartoni del primo, dilleguandosi, bisogna sempre per rimetterlo smontare la pila.

Oltre all'azione fisiologica ed alla fisica di cui diremo in appresso, la pila ha pure l'azione chimica, per la quale essa scompone le sostanze che attraversa: quest'azione va divisa in esterna ed interna; con la prima la pila scompone chimicamente nei suoi elementi le sostanze che attraversa col suo fluido, quale funzione va detta elettrolisi ed i cui benefizii riportati alla scienza, come troppi noi non esporremo, con la seconda poi scomponendo l'idrogeno e l'ossigeno li fa attaccare ai metalli; tale operazione però fa sì che questi ossidati si rendono insufficienti al consueto ufficio.

A questo inconveniente vennero a riparare le così dette pile a *forza costante* di Daniell, di Grove, di Bunsen. Nella pila di Daniell ogni coppia consiste in un vaso di vetro o di maiolica, entro cui un minor vaso simile di terra porosa; questo è ripieno fin oltre la metà di acido solforico diluitissimo, mentre l'intervallo anulare tra il vaso esterno e l'interno contiene fino alla stessa altezza una dissoluzione satura di solfato di rame. Fin qui non c'è che l'anodo: la coppia elettro-motrice consiste in due anelli metallici che sono come due cilindri aperti sopra e sotto, il meno largo dei quali è di zinco e sta immerso nell'acido solforico del vaso interno, l'altro di rame, nella circondante dissoluzione di solfato. Grove conservando questa disposizione sostituì all'anello di rame uno di platino, ed al solfato di rame l'acido azotico. Bunsen poi sbandì da questa il platino, adottando, come meno costoso, il carbone e come ancora elettro-motore più potente.

Gli effetti calorifici e luminosi della pila sono il riscaldamento e la scintilla. Avvicinando ad un polo l'estremità d'un filo metallico che sia posto in congiunzione con l'altro polo se ne può ri-

cavare una scintilla capace di abbruciare il carbone, lo zolfo, la polvere da schioppo ed altre materie facilmente combustibili. Eppure questa meravigliosa luce elettrica che si spinge fino a superare quella del sole, per varie cause non si saprebbe ancora utilmente introdurre nella pratica, ed essa sembra riservata a servire solo la scienza come si vedrà p. e. nell'applicazione che ne fu fatta al microscopio solare. Non meno mirabili sono i fenomeni che provengono dal riscaldamento. Se l'apparato sia abbastanza poderoso, non solamente il filo congiuntivo si arroventa e si squaglia, ma il platino stesso si fonde e il quarzo si vetrifica e perfino il diamante passa in gas e sparisce.

Le pile termo-elettriche inventate dal Nobili sonq molte lamelle o verghette uguali di bismuto o d'antimonio saldato una accanto all'altra, e con una configurazione a zig-zag in guisa che tutte le saldature di posto pari riescano da una stessa parte, e tutte quelle di posto dispari dalla parte contraria. Basta riscaldare simultaneamente ed egualmente tutte le saldature omologhe e si avranno più o meno gli stessi effetti dello altre pile con questo che la termo-elettrica (detta appunto così perchè la sua azione dipende dal calorico e non dall'umido) può misurare anche la temperatura dell'aria o del calore animale in modo sensibilissimo, ed a ciò se ne servi la scienza come vedremo nel galvanometro.

57. Azione reciproca delle correnti e dei magneti - galvanometro - magnetizzazione elettro-magnetica — L'azione reciproca delle correnti e dei magneti è il deviare dell'ago magnetico sotto l'influsso dell'elettrico, ed il deviare al contrario della corrente elettrica sotto l'influsso dell'ago magnetico, in modo che l'uno si disponga con l'altro in una forma di croce più o meno pronunziata.

Il galvanometro consiste in un lunghissimo filo metallico rivestito di seta e avvolto in due cento e più giri intorno ad un telaio di figura parallelepipedica, come una matassa intorno al suo molinello. Un ago leggerissimo sospeso nel centro del parallelepipedo subisce l'azione simultanea di tante correnti, e perciò ne rende abbastanza sensibili anche le più tenui influenze. A questo istrumento inventato da Schweigger un italiano Nobili vi arrecò un notevole perfezionamento, sostituendo all'ago unico due aghi posti l'uno sotto l'altro nel medesimo piano verticale ma rivolti in opposto verso, con che si neutralizza quasi interamente l'influenza

magnetica del globo terrestre, e l'ago rimane esclusivamente in balla dell'azione elettro-dinamica delle correnti.

La magnetizzazione elettro-magnetica si ha col prendere una spirale di filo di rame posta orizzontalmente e girevole intorno ad un perno verticale come un ago magnetico (il quale apparato si dice selenoide) e farvi passare la corrente: si vedrà allora il selenoide comportarsi in tutto come una calamita, cioè prendere la precisa direzione Nord dell'ago magnetico, attrarre il ferro e venire attratto, ed avvicinati in numero di due tra di loro, respingersi od attrarsi, secondochè le estremità saranno dello stesso o di diverso nome.

58. Azioni delle correnti fra di loro — L'azione delle correnti fra di loro sono tracciate nelle leggi della teorica di Ampère, cioè: 1° che due correnti elettriche parallele si attraggono se vanno ambedue nella medesima direzione e si respingono quando hanno direzioni contrarie: 2° una corrente che si avvicini ad un'altra indefinita prenderà per l'influenza di questa una direzione contraria: 3° una corrente defluita mobile che s'intersechi con una corrente fissa, girerà per l'influenza di questa intorno al punto d'intersezione fino a divenirle parallela.

59. Correnti d'induzione-rocchetto di Buhmkorff — Se ad una corrente elettrica si appressi parallelo un filo conduttore in istato naturale succederà: 1° che anche in questo filo si manifesterà una corrente elettrica (indotta): 2° che la corrente indotta sarà contraria all'induttrice: 3° che essa durerà un solo istante: 4° che rimossa la corrente induttrice riapparirà l'indotta ma in direzione opposta a quella che manifestò dapprima (riprodotta o ricondotta). Si noti poi che la corrente induttrice manifesta la sua azione non già quando trovasi stabilita, ma nei due momenti estremi di sua esistenza, cioè nel cominciare e nel finire. Questa induzione elettro-magnetica o corrente d'induzione può prodursi da tre cause: o da correnti elettriche, o da scariche elettriche, o finalmente dall'azione magnetica della terra.

Il rocchetto di Buhmkorff è un grande apparato elettro-magnetico da gabinetto e nulla più che seppe presentare nuovi fenomeni alla scienza relativi alla elettricità indotta — posteriormente per le sue prolungate scintille venne adoperato allo scoppio delle mine.

60. Descrizione sommaria del telegrafo di Morse — Più che oggetto di risposta ad una tesi, il telegrafo, questa meravi-

glia dei contemporanei, merita di per se solo un volume, e noi rimettiamo gli studiosi al *trattato di telegrafia elettrica* di Moigno ai manuali di Matteucci, di Blavier, di Cavarret etc. Solo diciamo che per farsi un' idea del telegrafo elettrico è mestieri figurarsi due stazioni tra le quali si voglia stabilire una corrispondenza, allora si richiede una sorgente di elettricità dinamica, due fili conduttori che congiungono le due stazioni, affinchè la corrente passi per entrambi, due meccanismi per chiudere ed aprire convenientemente il circuito che diconsi manipolatori, e due congegni i quali al passaggio delle correnti ed al suo finire, generino moto che si traducono in segni, i quali congegni sogliono dirsi segnalatori o macchine scriventi. Morse in America nel 1838 fu il primo ad eseguire una di codeste macchine, che con alcune modificazioni è la più generalmente usata: quivi le linee più o meno lunghe ed i punti sono i segni della scrittura che poi si traducono con lettere a modo nostro.

F I N E

L' Autore intende valersi dei dritti accordatigli dalle leggi vigenti sulla proprietà letteraria, e procederà rigorosamente ai termini di esse per ogni contraffazione.

8 53784

20 LUG 1870





